4° A. hydr. 516 ⅔ (1

Digitized by Google

<36609043600017

<36609043600017

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Perronets Werke,

die

Beschreibung der Entwürfe und der Bauarten

der Brücken

bei Neuilli, Mantes, Orleans, Ludwigs XVI. ꝛc.,

den Entwurf

des Burgundischen Kanals

und den der Wasserleitung von der Yvette und Bievre nach Paris,

so wie mehrere einzelne Abhandlungen,

enthaltend.

Aus dem Französischen übersetzt

von

J. F. W. Dietlein,

Königl. Preuß. Bau-Inspector.

Mit 54 Kupfertafeln.

Halle,

bei Hemmerde und Schwetschke 1820.

Digitized by Google

Altbestand 6501

Digitized by Google

Vorrede.

Unter den mannigfaltigen Belehrungen, welche für den Baumeister einen hohen Werth haben, verdient das Studium ausgeführter wichtiger Bauwerke eine der ersten Stellen. Am meisten aber gewinnt dieses Studium, wenn derjenige, welcher ein wichtiges Gebäude ausgeführt hat, sich nicht allein damit begnügt, seinen Bau glücklich zu vollenden, sondern auch noch Veranlassung nimmt, alle die Schwierigkeiten bekannt zu machen, welche sich der Entwerfung, Anordnung und Ausführung seines Baues entgegen stellten. Hierdurch erhält besonders der angehende Baumeister wichtige Lehren über die Ausübung seiner Kunst, und selbst der erfahrene Meister zollt gern den gebührenden Dank für neue Ansichten und Erfahrungen, welche er aus solchen Beschreibungen schöpfen kann.

Zu den lehrreichsten Schriften dieser Gattung gehört das schätzbare Perronet'sche Werk über den Brückenbau ꝛc., dessen Verpflanzung auf deutschen Boden um so mehr zu wünschen war, weil der hohe Preis der französischen Urschrift dem unbemittelten deutschen Baukünstler den Ankauf erschwerte. Die schätzbare Arbeit des verstorbenen Perronet be-

Digitized by Google

darf keines Lobes, sie spricht durch sich selbst; allein für deutsche Baumeister konnten sehr wohl und ohne Nachtheil einige entbehrliche weitläuftige Berechnungen weggelassen und dadurch Raum zu andern hieher gehörigen Bemerkungen gewonnen werden.

Der königliche Regierungs-Bau-Inspector Herr Dietlein hatte es übernommen, eine Uebersetzung dieses für den Baukünstler so lehrreichen Werks auszuführen und durch einen angemessenen Anhang, von seiner eigenen Arbeit, dieser Uebersetzung diejenige Vollständigkeit zu geben, wodurch sie einen vorzüglichen Werth für den angehenden Baukünstler erhält. Möge der Herr Uebersetzer für seine rühmliche Bemühung den Dank des Kenners erndten, welchen er durch diese schätzbare Arbeit zu erwerben strebte.

Berlin, im Mai 1819.

J. A. Eytelwein.

Digitized by Google

Vorrede des Verfassers.

Von allen Künsten, welche die Römer den Griechen zu verdanken hatten, und die von ihnen bis auf uns gekommen sind, scheint die Baukunst die zu sein, welche sie mit dem größten Eifer und dem günstigsten Erfolg betrieben haben. Der größte Theil der von jenem berühmten Volke ausgeführten Bauwerke kann uns als Muster zur Bildung unseres Geschmackes dienen, und erregt durch Festigkeit sowohl als durch Pracht unsere Bewunderung. Die Palläste, Tempel, Wasserleitungen der Römer, jene Straßen bis zu den äußersten Grenzen ihres Reichs, sind eben so viele Denkmale ihrer Größe, als Zeugen der ausgezeichneten Talente ihrer Künstler, und können uns bei Unternehmungen ähnlicher Art zur Richtschnur dienen; allein es sind uns keine Spuren geblieben, aus denen wir nützliche Kenntnisse über die von ihnen, bei Erbauung großer Brücken, wie die, welche sie bei Rimini, Narni, Salamanca und Alcantara angelegt haben sollen, und vorzüglich der berühmten durch Trajan über die Donau gelegten, angewandten Mittel schöpfen könnten. — Reisende haben auch mehrerer ausgezeichneten Brücken, die in China und anderwärts erbaut sind, Erwähnung gethan, aber nichts über die Verhältnisse und die besondere Bauart derselben gesagt. Unserem Jahrhundert, und einer aufgeklärten Verwaltung, war es vorbehalten, Frankreich Wege und Brücken

Digitized by Google

zu geben, die einst durch ihre Kühnheit und Festigkeit den Baumeistern anderer Nationen als Muster dienen können.

Es wird stets leicht sein, wieder aufzufinden, welche Bauart die Römer oder andre Völker bei Anlegung der übrig bleibenden Wege angewandt haben; allein der Brückenbau erfordert, sowohl bei der Gründung als bei der Aufführung der über dem Wasser befindlichen Theile, Mittel, welche nach Vollendung der Arbeit verschwinden. Dann lassen sich die Hülfsmittel, durch welche die Kunst die zahllosen Schwierigkeiten, die sich der festen Aufstellung dieser ungeheuren Massen entgegen gestellt haben, überwunden hat, nicht mehr beurtheilen; während doch der Schnitt und das Versetzen der Steine, die Verbindung der hölzernen Lehrbogen und die Wiederwegnahme der letztern, von Seiten des Baumeisters Aufmerksamkeit auf einzelne Umstände und Verfahrungsarten nöthig gemacht haben, die selbst Leuten vom Fach unbekannt sind, wenn sie nicht Gelegenheit gehabt haben, die Ausführung großer Arbeiten dieser Art zu beobachten.

Die Theorie allein, so unentbehrlich sie auch bei dergleichen Werken ist, würde ebenfalls unzureichend sein. Eine geläuterte, durch den Erfolg bewährte Ausübung, ist die sicherste Führerin, zu der man seine Zuflucht nehmen kann. Mehrere geschickte Baubeamte, wie die Herren Pitrou und von Regemorte d. j. sind durch ihre Schriften bekannt. Der erstere hat die Beschreibung mehrerer von ihm erbauten Brücken, und Zeichnungen von der bei Orleans, die er entworfen hatte, bevor der verstorbene erste Ingenieur der Brücken und Chausseen, Hr. Hupeau, die seinigen hatte anfertigen lassen, geliefert; der zweite hat die Einzelnheiten der sinnreichen von ihm bei der Brücke bei Moulins angewandten Bauart, an welcher vor ihm nach und nach mehrere Baubeamte und ein geschickter Werkmann *) gescheitert waren, bekannt gemacht.

*) Hardouin Mansard.

Herr Gauthier hat auch eine Abhandlung über den Brücken- und Wegebau geliefert, und früher schon hatten Andreas Palladio und Scamozzi über diese Gegenstände geschrieben.

Die Einzelnheiten der Bauarten der Brücken bei Neuilli, Mantes, Orleans und Nogent an der Seine, die Brücken bei Pont-Sainte-Maixence, Chateau-Thierry, Brunoi, Rosoi u. s. w., die Entwürfe, und die schon seit mehreren Jahren angefangene Ausführung des Burgundischen Schifffahrts-Kanals zur Verbindung zweier Meere über Tonnerre, Montbart und Dijon; endlich der von dem verstorbenen Herrn von Parcieux angefangene, von dem Verfasser aber beendigte Entwurf zur Leitung des Yvette- und Bievrewassers nach Paris, bieten Muster von Werken dar, welche von den schon beschriebenen verschieden sind, und können daher den Baubeamten nicht anders als nützlich, und für alle die, welche, ihrem Geschmack oder ihren Kenntnissen nach, nichts in den Künsten sich gleichgültig oder fremd sein lassen können, nur anziehend sein.

Der Verfasser hat auch geglaubt, daß es von Nutzen sein möchte, wenn er seinen Entwurf zu einer Brücke über die Seine am Platze Ludwigs XV., dessen Ausführung im laufenden Jahre 1787 angefangen worden, mittheilte.

Darauf werden auch die Zeichnungen zu einer hölzernen Brücke, mit 90 Fuß weiten Oeffnungen, so wie solche bei der sogenannten Salpetersiederei über die Seine erbaut werden soll, mitgetheilt werden; ferner der Entwurf zu einem steinernen Bogen von 150 Fuß Oeffnung nach einem Kreisstück, im mittlern Theile von 200 Fuß, in den Häuptern von 300 Fuß Halbmesser, welcher bei Melun, anstatt einer alten Brücke von 8 Bogen, über den einen Arm der Seine gelegt werden soll.

Bei Ausführung der Brücken bei Neuilli und Mantes, zu deren letztern die Grundwerke bereits von Hrn. Hupeau angelegt waren, hat dem Verfasser der damalige Ingenieur der Brücken und Chausseen, jetzige General-Inspector des Pariser Straßenpflasters Hr. Chezy, auf dessen Eifer

Digitized by Google

und Fähigkeiten man rechnen konnte, zugleich mit dem Ingenieur Hrn. Demoustier, hülfreiche Hand geleistet.

Die Zeichnungen von den angeführten Brücken, den verschiedenen Arbeiten bei Neuilli und Orleans, den Maschinen, Geschirren und Geräthen, von den Schleusen, Brückkanälen, gewöhnlichen Brücken, Ueberfällen, Ueberfallwehren und andern Werken, welche auf dem Burgundischen Schifffahrts-Kanal und auf der Wasserleitung von der Yvette und Bievre nach Paris angelegt werden sollen, sind auf 72 *) Platten gestochen worden.

Am Schlusse des Werks folgt zugleich eine Abhandlung über die Pfähle; dann eine andre über die Art und Weise, auf welche Lehrbogen zu 60, 90 und 120 Fuß weiten Gewölben aufgestellt und wieder weggenommen werden, und über die verschiedenen Bewegungen, welche sich in den Gewölben während ihrer Aufführung zeigen; dann noch eine solche über die Verminderung der Stärke der Mittelpfeiler und die krumme Linie, nach welcher die Bogen aufgeführt werden müssen, um dem Wasser unter den Brücken einen bequemeren Durchfluß zu verschaffen, und endlich noch eine über das Nachstürzen von Stücken von Bergen und andern hoch liegenden Stellen, und die Mittel, unter manchen Umständen solchen Fällen zuvorzukommen, und sich davor sicher zu stellen.

Diese Abhandlungen, von denen die drei letztern bei öffentlichen Sitzungen der Akademie der Wissenschaften vorgelesen worden, können dazu dienen, mehr ins Einzelne gehende Kenntnisse über die Aufführung von Brücken und andern Wasserbauten zu verschaffen.

So eben ist, nach den Zeichnungen des verstorbenen General-Inspectors Herrn Bayeux, eine große Brücke bei Tours über die Loire beendigt worden. Der gleichfalls verstorbene General-Inspector Hr. Bentivoglio,

*) Bei der Uebersetzung sind alle nur irgend entbehrliche Kupfer ganz weggelassen, die übrigen aber, so weit es die Deutlichkeit nur irgend erlaubte, verkleinert, und nur zum Theil nachgestochen worden, so daß zu derselben nur 54 Kupfertafeln gehören. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

voglio, genannt v. Voglie, hat eine andre über denselben Fluß bei Saumur aufgeführt, und dabei eine sinnreich erfundene Maschine zum Abschneiden der Pfähle unter dem Wasser angewandt. Die Mittel- und Stirnpfeiler sind in Kasten gegründet worden, um die Ausgaben für Fangedämme und Wasserschöpfung zu vermeiden. Seitdem ist dasselbe Verfahren von Herrn Bayeux bei mehrern Mittelpfeilern der Brücke bei Tours angewandt worden, welche Herr von Voglie mit Hülfe des jetzigen General-Inspectors Herrn Limay beendigen lassen mußte.

Die Beschreibung dieser Bauten, so wie die, welche etwa in der Folge von den zuerst unter Leitung der verstorbenen Herren Trudaine Vater und Sohn, dann unter der des Herrn Präsidenten von Cotte, während Herrn Neckers Ministerium, jetzt aber unter der des Intendanten der Brücken und Chausseen Herrn de la Millière ausgeführten gemacht werden könnten, werden ein neues Licht über diese Art von Bauwerken verbreiten, die für den Staat alle gleich wichtig sind.

In den folgenden Beschreibungen sind die begangenen Fehler durchaus nicht verschwiegen, und zugleich die Mittel angezeigt, welche angewandt worden sind, um denselben abzuhelfen.

Das vorliegende Werk wird aus zwei Theilen bestehen. Davon enthält der erste die Beschreibung der Arbeiten an den Brücken bei Neuilli und Mantes und der bei diesen beiden Bauten gebrauchten Maschinen und Geräthschaften; der Brücken bei Nogent an der Seine, Pont-Sainte-Maixence, Chateau-Thierry, Brunoi, Rosoi, der bei den Wasserkünsten zu Chantilly, des schiefen Bogens über den Bicheretbach; den Entwurf des Verfassers zu einer Brücke über die Newa bei St. Petersburg; die Brücke bei Orleans und die Beschreibung der dabei gebrauchten Maschinen; die Brücke Ludwigs XVI.; die Entwürfe zu den Brücken an der Salpetersiederei und bei Melun.

Der zweite Theil enthält den Entwurf zu dem Burgundischen Schifffahrts-Kanal über Dijon, und zu der Leitung der Yvette und Bievre nach Paris, und dann noch die vier schon vorher erwähnten Abhandlungen.

Digitized by Google

In der zweiten Auflage ist die erwähnte Abhandlung über das Nachstürzen der Erde, eine andre über die Lehrbogen, die bei Chateau-Thierry über die Marne, bei Brunoi über den Hières, bei Rosoi und bei den Wasserkünsten zu Chantilly erbauten Brücken, und der Entwurf zu einer großen Brücke über die Newa bei Petersburg hinzugekommen. Die letztere muß von einer ganz besondern Bauart sein, damit sie dem starken Eise, welches in dem gedachten Flusse herunter kommt, widerstehen könne, und erhält in der Mitte eine Zugbrücke von 60 Fuß Oeffnung, damit die größten Linienschiffe durchgehen können.

Da die Brücke bei Pont-Sainte-Maixence beendigt worden, seit die erste Ausgabe erschienen ist, so sind in dem dieselbe betreffenden Abschnitte die merkwürdigsten beim Bau gemachten Beobachtungen hinzugefügt worden.

Auch sind an den übrigen Stellen alle die Zusätze und Abänderungen gemacht worden, die zu mehrerer Deutlichkeit und Vollkommenheit des Werks nöthig schienen.

Von den in der zweiten Auflage hinzugekommenen Brücken sind fünfe kleiner, als die in der ersten schon beschriebenen, was den Baumeistern nützlich sein dürfte, die nicht immer nur große Brücken zu erbauen haben.

Bei der neuen Auflage ist auch noch der eben fertig gewordene Entwurf der Brücke Ludwigs XVI., welche jetzt gebaut wird, hinzugekommen, weil derselbe in mancher Rücksicht von dem der Brücke bei Neuilli abweicht.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniß.

Erſter Theil.

Brücke bei Neuilli. Beſchreibung der Arbeiten an dieſer Brücke . . . . Seite 1
Entwurf dieſer Brücke . . . . . — 8
Entwurf zur Anlegung von 4300 laufenden Toiſen Wege und Erdarbeiten auf beiden Seiten dieſer Brücke. . . . . — 46
Fortſetzung der Beſchreibung der Arbeiten. 1768, Seite 56. 1769, S. 65. 1770, S. 70. 1771, S. 74 1772, S. 79. 1773, S. 87. 1774, S. 90. 1775 bis 1780 . — 93
Beſchreibung der krummen Linien, nach denen die Bogen aufgeführt worden . . . — 95
Erklärung der Kupfer von verſchiedenen Maſchinen, welche beim Bau gebraucht worden . — 100
Schöpfmaſchine . . . . . — 100
Zeichnung der Grundpfähle von einem Stien- und einem Mittelpfeiler, von den Rammen, der Maſchine zum Ausziehen der Pfähle, und der, um die Steine durchzubohren . . — 103
Maſchinen zum Heben der Steine, zum Mahlen des Cements und zur Bereitung des Mörtels, und Wagen zur Steinanfuhre . . . . . — 105
Prismatiſche Kippkarre zum Erdefahren . . . . . — 107
Erfahrungen über den Erdtransport mit prismatiſchen Kippkarren . . . . . — 108
Angabe der Preiſe der verſchiedenen Arten von Arbeiten, die beim Bau der Brücke bei Neuilli vorgekommen ſind . . . . . — 110
Brücke bei Mantes. Beſchreibung der Arbeiten an dieſer Brücke . . . . — 120
1763, S. 122. 1764, S. 123. 1765 . . . . . — 131
Erklärung der Kupfertafeln, auf welchen die Bogenlinien und die verſchiedenen beim Brückenbau gebrauchten Maſchinen dargeſtellt ſind. . . . . — 134
Bogenlinien . . . . . — 134
Quadrant, welcher zum Verſetzen der Wölbſteine aller Schichten in den Bogen gebraucht worden iſt . . . . . — 136
Verzeichnung der krummen Linien aus 11 Mittelpunkten im Großen . . . . . — 139
Anfertigung der Tabellen zur Beſtimmung der Lage jeder einzelnen Schicht Wölbſteine in den Häuptern . . . . . — 142
Hölzerne Lehrbogen . . . . . — 145
Bauart der Rothbrücke oder des Gerüſtes zum Richten der Lehrbogen, und zum Heran- und Aufbringen der Steine . . . . . — 145
Maſchinen und Geſchirre zum Aufrichten der Lehrbogen . . . . . — 145
Aufbringen und Verſetzen der Steine . . . . . — 148
Nöthige Vorſicht beim Verſetzen jeder Schicht Wölbſteine auf geſprengten Lehrbogen, und Gebrauch des Quadranten . . . . . — 150

Digitized by Google

Brücke zu Nogent. Beſchreibung derſelben . . . . . Seite 154
Brücke zu Pont-Sainte-Maixence. Desgl. . . . . — 157
Brücke bei Chateau-Thierry. Desgl. . . . . — 163
Brücke zu Brunoi. Desgl. . . . . — 165
Brücke zu Roſoi. Desgl. . . . . — 167
Brücke bei den Waſſerkünſten zu Chantilly. Desgl. . . . . — 168
Beſchreibung des ſchiefen Bogens über den Bicheretbach . . . . . — 169
Entwurf zu einer Brücke über die Newa zu St. Petersburg . . . . . — 170
Brücke bei Orleans. Beſchreibung der Arbeiten an dieſer Brücke . . . . — 175
1751, S. 176. 1752, S. 183. 1753, S. 188. 1754 . . . . . — 196
Oberhalb des Grundwerks 1755, S. 204. 1756, S. 206. 1757, S. 207. 1758 . — 208
1759, S. 209.
Abnahme-Protokoll über die Brücke bei Orleans . . . . . — 212
Erklärung der Kupfertafeln, welche verſchiedene zum Bau der Brücke bei Orleans gebrauchte Maſchinen darſtellen, und Erfahrungen, welche über die Anwendung derſelben gemacht worden . . . . . — 218
Schaufelwerk, welches vom Strom vermittelſt eines Waſſerrades und eines Drehlings getrieben worden . . . . . — 218
Scheibenkunſt . . . . . — 220
Angabe der Preiſe der einzelnen Theile einer Scheibenkunſt . . . . . — 221
Schöpfrad . . . . . — 222
Archimediſche Waſſerſchnecke . . . . . — 223
Roßkunſt zur Bewegung von 2 Schaufelwerken . . . . . — 224
Kippſchaufel . . . . . — 226
Grundriß, Durchſchnitt und Anſicht einer hölzernen Nothbrücke . . . . . — 226
Grundriß, Seiten- und Vorderanſicht einer Maſchine, womit die Pfähle und Spundbohlen der Fangedämme ausgewuchtet worden ſind . . . . . — 226
Grundriß, Vorder- und Seitenanſicht eines von den Krahnen, welche bei Erbauung der Bogen der Brücke bei Orleans gebraucht worden . . . . . — 227
Lehrbogen, welche zum Bau der Gewölbe gebraucht worden . . . . . — 229
Beſchreibung der einzelnen Theile einer Maſchine zum Ausbaggern des Sandes . . . — 231
Entwurf zu einer Brücke über die Seine, am Platze Ludwigs XV. . . . . — 233
Entwurf der Arbeiten zur Erbauung dieſer Brücke . . . . . — 238
Entwurf zu einer hölzernen Brücke über die Seine, am neuen Wallgang bei der ſogenannten Salpeterſiederei . . . . . — 284
Entwurf zu einer Brücke von einem 150 Fuß weiten Bogen über jeden der beiden Arme der Seine zu Melun . . . . . — 289

Digitized by Google

Beſchreibung

der Entwürfe und der Bauarten

der Brücken

bei Neuilli, Mantes, Orleans u. ſ. w.

Digitized by Google

Brücke bei Neuilli.

Da die beiden hölzernen Brücken bei Neuilli sehr alt und schlecht waren, so hatte sich der Verfasser seit dem Jahre 1766 mit dem Entwurf zum massiven Wiederaufbau derselben beschäftigt. Im Januar 1768 hatte der Eisgang mehrere Joche auf der Seite nach Courbevoie zu weggerissen und die andre Brücke beschädigt, wodurch man sich genöthigt sah, diesen Wiederaufbau zu beschleunigen.

Um den Uebergang vorläufig zu sichern, wurden zuerst diese alten Brücken ausgebessert, und in solchen Stand gesetzt, daß man sich ihrer bis zur Beendigung der steinernen Brücke bedienen konnte. Bei der örtlichen Untersuchung fand sich, daß es rathsam sei, die neue Brücke mit 5 Bogen, jeden von 120 Fuß Oeffnung, in der Richtung der Allee längs den Elisäischen Feldern zu erbauen, die Allee bis zu der Anhöhe, auf welcher Chantecoq liegt, zu verlängern, der Verlängerung gleichfalls 4 Reihen Bäume zu geben, die beiden mittlern Reihen 16 Toisen von einander und jede der beiden äußern 8 Toisen von der nächsten mittlern Reihe entfernt zu setzen, und so eine Mittel- und 2 Seiten-Alleen zu bilden, oben auf der Anhöhe einen Platz von 100 Toisen Durchmesser bis zur ersten Reihe Bäume anzulegen und um denselben auf der äußern Seite eine Nebenallee auch von 8 Toisen Breite zu führen. Der gedachte Platz sollte sodann einen Stern von 6 Alleen mit doppelten Baumreihen bilden. Vier von diesen Alleen sollten dann nur 14 Toisen in den Mittelgängen und 7 Toisen in den Seitengängen breit werden. Eine derselben sollte auf den Weg nach St. Germain führen, und sich im alten Wege nicht weit von der höchsten Stelle des Hügels, auf welchem Chantecoq liegt, endigen; die andre auf den Weg nach Bezons. Die übrigen beiden sollten nur der Symmetrie wegen angelegt werden, und wenig Länge erhalten.

Digitized by Google

Dieser Vorschlag ist angenommen worden. Man findet auf der ersten Kupfertafel den Situationsplan, und auf der zweiten Tafel die Zeichnungen von der Brücke.

Ehe wir zur Beschreibung der einzelnen Arbeiten schreiten, sollen die vorzüglichsten Abmessungen der Brücke angegeben und die Gründe auseinandergesetzt werden, die bei Festsetzung derselben berücksichtigt worden sind.

Die Bogen der Brücke haben zusammen 100 Toisen Oeffnung. Eben so breit sind die beiden Arme des Flusses, von denen der auf der Seite, auf welcher Neuilli liegt, mit dem Erdreiche von der Insel, die größtentheils weggeschafft wird, ausgefüllt werden soll, um nur ein einziges gerade auf die Brücke treffendes Flußbette zu erhalten.

Wenn man diese Breite mit der der Bogen der Königsbrücke (pont royal), die nur 56 Toisen 1 Fuß Oeffnung hat, vergleicht, so sollte man glauben, daß es hinreichend gewesen wäre, der Brücke, von der hier die Rede ist, weniger Oeffnung zu geben. Allein es würde daraus gewiß ein Stau oberhalb der Brücke entstanden sein, der den stromaufwärts fahrenden Schiffen beschwerlich geworden sein, und verursacht haben würde, daß das Bette vor dem Mittel- und Landpfeiler ausgewaschen worden wäre.

Dies sind Gründe, um deren willen man in der Regel dem Wasser seinen freien Lauf lassen muß, wie es bei der neuen Brücke (pont neuf) oberhalb der Königsbrücke geschehen ist; man müßte denn gezwungen sein, anders zu verfahren, wie dies bei der letztern Brücke wegen der Nähe der zu beiden Seiten liegenden Häuser der Fall gewesen ist.

Man hätte auch eine Brücke von drei Bogen über jeden der beiden alten Arme anlegen können; aber dann wären zwei Landpfeiler mit Flügelmauern, Auf- und Abfahrten mehr nöthig gewesen, deren Kosten großen Theils die Ersparnisse aufgewogen haben würden, die man bei den Erdarbeiten hätte machen können. Außerdem würde die Brücke dann nicht das schöne Aeußere erhalten haben, welches ein Denkmahl dieser Art, in der Nähe der Hauptstadt, nothwendig erhalten muß, das auf einen Platz und nach einem Pallaste führet, der zum Ruhm eines gerade zu der Zeit regierenden Fürsten angelegt wird. Indessen könnte es an andern Orten, wie dies am häufigsten geschieht, zweckmäßig sein, zwei Brücken statt einer anzulegen.

Digitized by Google

Die Unterkanten der Schlußsteine befinden sich 30 Fuß über den Anfangspunkten der Bogen, die mit dem niedrigsten Wasserstande gleich hoch liegen, damit der Fluß bei hohem Wasserstande, welcher im Jahre 1740 eine Höhe von 23 Fuß über dem niedrigsten erreicht hatte, noch ungehindert durchgehen könne, und 7′ Höhe unter den Bogen bleibe, um für die außerordentlichen Wasserstände Oeffnung genug zu behalten.

Die Krümmung des Hauptlehrbogens dieser Gewölbe ist aus 11 Mittelpunkten beschrieben, so daß sie dem Wasser einen bequemeren Durchgang verstattet, als wenn sie eine halbe Ellipse gewesen wäre. Die Häupter sind Bogen von 150′ Halbmesser. Häupter und Hauptbogen sind durch Wölbungen nach Art von Ochsenhörnern, die sich auf Verlängerungen der Pfeiler nach oben und unten (avant- et arrière-becs) setzen, und deren Krümmung, in der Projection auf eine Vertikal-Ebene, der der Bogen gleich ist, mit einander verbunden. Hierdurch wird nicht allein die Einströmung des Wassers erleichtert, sondern die Brücke erhält auch bei weitem mehr Leichtigkeit und Kühnheit.

Das, was wir von der Kraft wissen, mit welcher Steine dem Drucke der darauf gelegten Last widerstehen, hat uns auf die Idee gebracht, daß man die Pfeiler bei weitem weniger stark machen könnte als gewöhnlich, also schwächer als den 5ten Theil der Bogenweite. Nach der letztern Regel hätten die Pfeiler der Brücke bei Neuilli 24′ stark werden müssen; allein man hat sie nur 13′ stark gemacht, da es nur nöthig gewesen wäre, sie in aller Schärfe sogar nur 10′ oder doppelt so stark als die Schlußsteine der Brücke zu machen. Dies kann man aber als das kleinste Maaß der Stärke dieser Pfeiler ansehen, und es werden in der, im gegenwärtigen Werke enthaltenen Abhandlung über diesen Gegenstand die Gründe dazu entwickelt werden. Auch ist die angegebene Stärke vollkommen hinreichend, wenn man nur übrigens die nöthige Vorsicht anwendet, den Bau tüchtig auszuführen. Aber da die Ursachen, wodurch Brücken zu Grunde gehen, gewöhnlich in den Grundwerken liegen, so ist es nöthig, die Dicke dieser Pfeiler durch breite Fundamente zu verstärken, und darunter Pfähle bis auf festen Boden zu schlagen, hierbei aber die Vorsichtsmaaßregeln anzuwenden, die in der, im vorliegenden Werke enthaltenen Abhandlung über Spitzpfähle überhaupt und Grund- und Bangpfähle insbesondere angegeben sind. Aus diesem Grunde haben die Fundamente dieser Pfeiler 21 Fuß Stärke auf dem Rostbelag erhalten, der, so wie die Roste selbst, noch auf allen Seiten der ersten

Schicht Quadern der Pfeiler und ihrer Vorder- und Hintertheile um 2 Fuß vorsteht.

Die Breite der Brücke von einem Haupte zum andern beträgt 45 Fuß. Davon sind 29 Fuß zur Fahrbahn genommen, und 6 Fuß 3 Zoll zu jedem Fußwege. Diese Fußwege liegen 15 Zoll höher als das Pflaster. Das Pflaster, die Geländermauern und die Auf- und Abfahrten sind waagerecht gelegt, indem der erforderliche Abfall zur Abführung des Wassers dem Pflaster nach der Breite gegeben ist, wobei dann in jedem Bogen nach seiner Dicke und gegen jeden Fußsteg 2 cylindrische Oeffnungen angebracht sind. Jedes Ende der Brücke über den Stirnpfeilern und den Bogen, unter denen der Leinpfad durchgeht, ist 16 Toisen 2′ breit, und von den letztern Bogen ist jeder 14′ im Lichten weit und im vollen halben Kreise überwölbt.

Da über diese Brücke ein weniger beträchtlicher Uebergang als über die Königsbrücke zu erwarten ist, so ist der mittlere Theil um einen Fuß, und jeder Fußweg um 2 Fuß 9 Zoll schmäler angenommen worden. Vor die Fußwege hat man keine Abweisesteine gesetzt, um die Fahrbahn nicht ohne Noth zu verengen.

Die Brücke ist, wie schon gesagt, der Länge nach waagerecht, und eben so die auf dieselbe von beiden Seiten führenden Wege, indem es nie wohlgethan ist, Auffahrten anzulegen, wenn man nicht durch die örtliche Lage dazu gezwungen wird, da diese jederzeit unbequem für das Fuhrwerk sind, und die Brücken außerdem angenehmer ins Auge fallen, wenn sie sich mit dem Wasserspiegel gleichlaufend endigen.

Die Brücke ist von Quadersteinen erbaut, die größtentheils aus dem Saillancourtschen Bruche gekommen sind, welcher 9 Lieues von Neuilli entfernt ist. Denn daß diese Steine fest genug und gut seien, hatte man sich schon durch Anwendung derselben zur Brücke bei Mantes überzeugt. Sie wurden mit Sorgfalt behauen, und ohne Verjüngung in den Stoß- und Lagerfugen, mit Mörtel von Kalk und Cement versetzt. Die Mauern hinter der Bekleidung von Werkstücken wurden bis auf 24 Fuß Höhe über den niedrigsten Wasserstand von rauhen Werkstücken aufgeführt, anstatt wie gewöhnlich hierzu Bruchsteine zu nehmen.

Die Steine enthielten meistentheils 30 bis 40 Cubikfuß. Auf dem Geländer liegen welche von 22 bis 34 Fuß Länge. Man hatte sogar einen Stein aus dem Bruche erhalten, der 44 Fuß lang war; allein man mußte diesen in zwei Stücke theilen, da man sonst ein Haus in einer Straßenkrümme hätte wegreißen müssen,

Digitized by Google

um ihn durch Meulan bringen zu können. Alle diese großen Steine sind zu Lande auf starken Wagen angefahren worden.

Was die Sorgfalt bei der Wahl, der Bearbeitung und dem Versetzen der Steine, bei der Güte des Mörtels und bei den in Hinsicht der Grundwerke getroffnen Vorsichtsmaaßregeln betrifft, so kann man überzeugt sein, daß der Bau Festigkeit und Dauer haben werde, obgleich man ihm übrigens alle mögliche Leichtigkeit und Kühnheit gegeben hat.

In der weiterhin vorkommenden Auseinandersetzung der Folge, in der die Arbeiten ausgeführt worden, und in der Erklärung der darauf Bezug habenden Kupfertafeln, wird man mehr ins Einzelne gehende Erläuterungen über die gewählte Bauart finden.

Zuerst soll nunmehr der Entwurf zu diesem Brückenbau mitgetheilt werden, nach welchem derselbe am 29. März 1768 für 2,394900 Livres von Herrn Franz Rimbaut übernommen worden ist, jedoch mit Ausschluß der Erdarbeiten und der Wege auf beiden Enden der Brücke, die an eben dem Tage an Herrn Leonard Legrand für 1,172400 Livres verdungen worden sind, und wovon gleichfalls der Entwurf nachher vorkommen wird.

Dem Entwurf von der massiven Brücke sind Anmerkungen beygefügt worden, aus denen die vorzüglichsten Abänderungen hervorgehen, die man während des Baues für nöthig gehalten hat.

Digitized by Google

Entwurf

zur Erbauung einer massiven Brücke über die Seine bei Neuilli.

Die jetzige Brücke bei Neuilli ist in einem so schlechten Zustande, daß an deren Stelle durchaus eine neue erbaut werden muß, und diese ist es, welche die gegenwärtige Ausarbeitung betrifft.

Der Entwurf zerfällt in drei Abschnitte. Der erste betrifft die Abmessungen der Brücke; der zweite, die Beschaffenheit und die Abmessungen der Materialien, und die Art und Weise, wie ein Theil dieser Materialien zubereitet und verbaut werden soll; der dritte, die Construction der verschiedenen Bauwerke.

Erster Abschnitt.

Beschreibung der Brücke und der Abmessungen derselben.

1. Die Brücke wird von Steinen in der Verlängerung der Mittellinie der großen Allee längs den Elisäischen Feldern im Angesicht der Tuilerien erbaut. Die Mitte derselben liegt 2784 Toisen 5 Fuß von der Statue des Königs zu Pferde entfernt. Sie wird über den Hauptarm des Flusses, der bei Courbevoie vorbeigeht und zur Schifffahrt dient, angelegt. Der Arm bei Neuilli wird ausgefüllt, und von der Insel zwischen diesen beiden Armen, welche 42455 Quadrattoisen enthält, werden 35587 Quadrattoisen bis ein Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande abgetragen, alles, um den Fluß in einen einzigen Arm zu vereinigen, über den die Brücke erbaut werden soll.

2. Die Brücke wird 110 Toisen 5 Fuß von einem Stirnpfeiler zum andern lang und 45 Fuß zwischen den Häuptern breit. Sie soll 5 Bogen, 4 Mittelpfeiler, 2 halbe Pfeiler an den Stirnpfeilern, und 2 Stirnpfeiler erhalten. Jeder Bogen wird 120 Fuß im Lichten weit, und 30 Fuß von der Oberkante des Widerlagers, die mit dem niedrigsten Wasserstande gleich hoch gelegt wird, bis unter den Schlußstein hoch. Die Bogen werden länglich rund und jeder aus 11 Mittelpunkten beschrieben, wobei der größte Halbmesser 150 Fuß und der kleinste 19 Fuß 7 Zoll 6 Linien lang wird.

3. Jeder Pfeiler wird 13 Fuß in der reinen Mauer stark und 14 Fuß 4 Zoll vom niedrigsten Wasserstande bis zum Gesimse hoch.

4. Die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, mit Einschluß von $7\frac{1}{2}'$ vom Ende jedes Pfeilers unter dem Brückenkörper, bilden im Grundriß halbe Ovale, deren halbe große Achse 12′ lang ist, wovon 4 Fuß 6 Zoll außerhalb der reinen Mauer der Häupter fallen, und deren kleine Achse der Stärke der Pfeiler von 13′ gleich ist.

5. Jeder Stirnpfeiler wird 16 Toisen 4 Fuß lang, mit Einschluß von 27′ 6″ auf jeder Seite außerhalb der Brückenhäupter, und 30′ 3″ stark, mit Einschluß der Stärke des schon erwähnten halben Pfeilers von 6′ 6″.

6. Die Bogen fangen auf dem niedrigsten Wasserspiegel an, und werden, wie schon gesagt, halbe aus mehrern Kreisbogen zusammengesetzte Ovale. Aber die Häupter er-

Digitized by Google

erhalten nicht dieſelbe Krümmung, ſondern werden vielmehr jedes von einem einzigen Kreisbogen, der Verlängerung des mittelſten Theils des Gewölbbogens bis an die zugehörigen Pfeiler, gebildet. Dieſe Bogen der Häupter verbinden ſich mit den Krümmungen der übrigen Theile der Gewölbe durch ſinkende Gewölbe, welche mit den innern Wölbungen in den Linien zuſammentreffen, die durch die Schnitte der erſtern mit lothrechten Ebenen, durch die äußern Enden der geraden Theile jedes Pfeilers und durch 16 Fuß 7 Zoll von den Mitten der Schlußſteine entfernte Punkte in den Häuptern der Brücke, wo die oberſten mit den größten Halbmeſſern beſchriebenen Kreisbogen der Wölbungslinien ſich endigen, gebildet werden. Denkt man ſich ferner eine, eine Hauptwölbung ſchneidende Ebene durch irgend eine mit den Widerlagen gleichlaufende Linie und den Mittelpunkt des zugehörigen Kreisbogens, ſo ſchneidet dieſe Ebene auch die ſinkende Wölbung in gerader Linie. Dieſelbe Wölbung, eben ſo noch unter dem Bogen des Hauptes erweitert, als wenn dieſer unter der Oberkante des Pfeilers bis zum Anfang des Gewölbes fortgeſetzt wäre, ſchneidet dann den abgerundeten Theil des Pfeilers, und bildet ſo mit der Oberfläche deſſelben eine krumme Linie.

7. Hinter jedem Stirnpfeiler wird ein überwölbter Leinpfad angelegt, zwei Mauern hinter den Stirnpfeilern mit der Länge der Brücke gleichlaufend, zwei andere kleinere rechtwinklicht mit den vorigen zuſammenſtoßende Kaimauern, und zwei Futtermauern an den Rampen, die von der Oberfläche der Brücke nach dem gewachſenen Boden hinabführen. Die Mauern der Stirnpfeiler, die dahinter liegenden Mauern und die Kaimauern ſind an den Enden mit Pilaſtern verſehen, die Futtermauern der Rampen aber mit Sockeln.

8. Jeder Bogen über den Leinpfaden wird im vollen halben Kreiſe gewölbt, erhält 14 Fuß Oeffnung und 14 Fuß 3 Zoll Höhe bis unter den Schlußſtein, mit Einſchluß einer 3 Zoll vorſpringenden, 18 Zoll hohen Plinte und der Höhe der Pfeiler von 5 Fuß 9 Zoll von der Plinte bis zum Bogen. Jeder ſolcher Bogen ſetzt ſich auf der einen Seite auf den Stirnpfeiler der Brücke. Der andre Pfeiler wird 5 Fuß ſtark und 16 Fuß 3 Zoll vom Leinpfade bis zum Geſimſe über den Brückenhäuptern hoch.

9. Zwiſchen den vorbeſchriebenen Stirnpfeilern werden 4 Mauern jede von 5 Fuß Stärke aufgeführt, um die Widerlagen der äußerſten Brückenbogen zu verſtärken. Zwiſchen jeden 2 dieſer Mauern bleibt 8 Fuß lichte Zwiſchenweite, und jede Mauer wird 16 Fuß 6 Zoll vom niedrigſten Waſſerſtande an hoch.

10. Die Mitte jedes Pilaſters in jedem ausſpringenden Winkel der Stirnpfeiler fällt 25 Fuß 6 Zoll von der Stirnfläche des Brückenhauptes und 28 Fuß 9 Zoll von der Mitte des Bogens über dem Leinpfade. Die Länge und Breite jedes ſolchen Pilaſters beträgt 9 Fuß mit Ausſchluß der Böſchung, wovon hernach die Rede ſein wird, ſo daß die Pilaſter aus den Stirnen der Mauern zwiſchen je 2 und 2 derſelben $2\frac{1}{2}$ Fuß heraustreten.

11. Jede Mauer hinter den Stirnpfeilern wird von einem Pilaſter zum andern 48 Fuß 6 Zoll lang, oder 57 Fuß 6 Zoll von der Mitte eines Pilaſters zu der des andern, und in den Theilen, die außerhalb der Widerlagen der Bogen über den Leinpfaden fallen, 6 Fuß 10 Zoll ſtark.

12. Jeder Pilaſter am Ende jeder ſolcher Mauer erhält dieſelben Abmeſſungen als die vorigen, und iſt auch eben ſo weit von der Mitte des Bogens über dem Leinpfade entfernt.

13. Die Stirnflächen der 6 Pilaſter auf jedem Ende der Brücke, ſo wie die Häupter der Bogen über den Leinpfaden, werden mit bäuriſchem Werk verziert, und die der Mauern hinter den Stirnpfeilern und die der Kaimauern nur mit Fugenſchnitten. Die letztern haben $1\frac{1}{2}$ Zoll Ausladung und eben ſo viel Höhe, und das bäuriſche Werk $5\frac{1}{2}$ Zoll Ausladung, alles von den reinen Stirnflächen an gemeſſen, ſo daß die Vorderſeite der mit bäuriſchem Werk verſehenen Stellen 4 Zoll weiter heraustritt, als die der mit Fugenſchnitten verſehenen. Die Fugen im bäuriſchen Werk ſind hinten gleichfalls $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch wie die andern Fugen, und die Ecken werden nach Viertelskreiſen abgerundet.

14. Jede Kaimauer wird 39 Fuß lang, oder 48 Fuß von Mitte zu Mitte eines Pilaſters, und 6 Fuß 10 Zoll ſtark, wie die Mauern hinter den Stirnpfeilern. Zu Ende jeder derſelben kommt ein Pilaſter wie die vorigen zu ſtehen.

15. Alle vorbeſchriebene Mauern und die darin liegenden Pilaſter, ſo wie die Stirnpfeiler, werden von allen Seiten ſenkrecht aufgeführt, und in einer Höhe von 34 Fuß 9 Zoll über dem niedrigſten Waſſer waagerecht abgeglichen. Inzwiſchen ſollen die äußern Stirnflächen der Mauern und Pilaſter auf jeden Fuß Höhe von den Plinten an um eine Linie anlaufen. Die Brückenhäupter werden ganz lothrecht aufgeführt.

16. Jede Rampenmauer wird zwiſchen dem Pilaſter der Kaimauer und dem Sockel, der ſie am andern Ende begrenzen ſoll, 52 Toiſen, oder 53 Toiſen 3 Fuß 6 Zoll von der Mitte des Pilaſters bis zur Mitte des Sockels lang, am Pilaſter 6 Fuß 10 Zoll und am Ende 4 Fuß 10 Zoll ſtark, am Pilaſter 34 Fuß 9 Zoll und am Sockel 16 Fuß 3 Zoll hoch, alles vom niedrigſten Waſſerſpiegel an gemeſſen.

17. Jeder Sockel wird 6 Fuß lang, 4 Fuß ſtark und eben ſo hoch als die Mauer der Rampe am untern Ende, und ſpringt 1 Fuß vor der Stirnfläche dieſer Mauer vor.

18. Alle Mauern, Pilaſter und Sockel, mit Ausnahme der Stirnpfeiler der großen Bogen, werden wenigſtens 6 Zoll unter dem niedrigſten Waſſerſtande auf Grundpfählen, Roſtſchwellen und hölzernem Belag gegründet, und in den Grundmauern 19 Fuß hoch, als in welche Höhe der Leinpfad zu liegen kommt, von allen Seiten ſenkrecht und 4 Zoll ſtärker als die darauf zu ſetzenden Mauern aufgeführt, um 2 Zoll Plinte auf jeder Seite zu erhalten; wobei jedoch der Anlauf der Stirnflächen der Mauern und Pilaſter zugegeben werden muß.

Die erſte Lage des Fußes der Kai- und Rampenmauern und der Pilaſter und Sockel an den Enden derſelben bildet eine 3 Zoll vorſpringende Plinte.

19. Die Gewölbe werden im Schlußſteine 5 Fuß ſtark, nachdem dieſelben an Ort und Stelle waagerecht abgeglichen worden, und bis zu dieſer Höhe werden die Häupter, die Hintermauerung der Bogen, die anſtoßenden Mauern und Pilaſter und die Kaimauern, wie ſchon geſagt, aufgeführt und abgeglichen.

20. Jedes Brückenhaupt erhält auf der durchlaufenden abgeglichenen Oberkante bis zu den Pilaſtern an den Enden der Stirnpfeiler ein Geſimſe, beſtehend aus einem Wulſt mit Plättchen und Hohlkehle darunter, die zuſammen eine einzige Schicht ausmachen und 27 Zoll Höhe und 19 Zoll Ausladung haben.

21. Das Geſimſe der Pilaſter und Mauern beſteht aus einer Platte von 1 Fuß Ausladung und gleicher Höhe mit dem Wulſt und demſelben Plättchen mit Hohlkehle darunter, alles auch in einer Schicht.

Digitized by Google

22. Die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler werden auch mit einer Platte, mit Plättchen und Hohlkehle darunter, 2 Fuß hoch mit 8 Zoll Ausladung, alles in einer Schicht, abgedeckt. Darauf kommt noch eine Schicht von 2 Fuß Höhe, die vorn 6 Zoll gerade in die Höhe geht, sich dann in einen halben Kegel endigt, und so eine Abdachung bildet.

23. Die halben Pfeiler an den Stirnpfeilern werden in allen Theilen genau so gearbeitet, wie die Hälfte eines Mittelpfeilers, der durch eine lothrechte Ebene nach seiner Länge mitten durchgeschnitten wäre.

24. Um dem auf der Brücke sich sammelnden Wasser Abfluß zu verschaffen, werden bei Erbauung der Gewölbe 2 Oeffnungen an jedem Haupte jedes Bogens, 33 Fuß 3 Zoll von der Mitte jedes Bogens und 8′ von der Stirnfläche des Haupts entfernt, angebracht, von denen jede in die Mitte eines Gewölbsteins, wozu die härtesten genommen werden müssen, zu liegen kommt. Jeder von diesen Gewölbsteinen steht bis zur Oberkante des Brückenpflasters aus dem Bogen heraus und tritt 3 Zoll unter der innern Wölbungslinie hervor. Die Oeffnung erhält in den obern 18 Zollen der Höhe 6 Zoll Durchmesser und in dem übrigen Theile 9 Zoll. Der obere Theil des Gewölbsteins erhält in der Verlängerung 3 Zoll tiefe Falze, und die Fugen desselben werden sorgfältig mit Kitt und Cement verstrichen.

25. Längs den beiden Brückenhäuptern werden 6 Fuß breite Fußwege angelegt, deren jeder bis zu den Pilastern an den Enden der Stirnpfeiler 15 Zoll hoch und 6 Fuß breit bleibt. Aehnliche Fußwege werden an den Mauern hinter den Stirnpfeilern und den Kaimauern, aber nur 4 Fuß 6 Zoll breit angelegt, um nicht weiter vorzuspringen, als die Pilaster an den Enden dieser Mauern.

26. Die Fußwege, die Geländermauern, das Gesimse der Brücke und der Stirnpfeiler, mit Einschluß von ein Fuß Höhe der reinen Mauer, der Häupter und Pfeiler unter dem Gesimse, werden durch einen Viertelskreis, dessen hohle Seite nach außen zu fällt, und dessen Halbmesser für die äußere Stirnfläche der Geländermauer 6 Fuß 6 Zoll und für die Fußwege 14 Fuß 6 Zoll groß ist, mit einander verbunden. Diese Abrundungen ruhen auf Kragsteinen, die 10 Fuß unter dem Gesimse anfangen.

27. Auf jeden Pilaster kommt ein Sockel, 9 Fuß im Quadrat groß, 4 Fuß 7 Zoll 6 Linien hoch, mit Einschluß von 9 Zoll für ein Plättchen und eine Hohlkehle, womit derselbe sich schließt, zu stehen; jeder Sockel an den Enden der Rampenmauern wird 6 Fuß lang, 4 Fuß breit und 4 Fuß 7 Zoll 6 Linien hoch.

28. Auf die Brückenhäupter, auf die Mauern hinter den Stirnpfeilern und auf die Kaimauern kommen Geländermauern zu stehen die auf jeder Seite der Brücke zwischen den Sockeln 149 Toisen lang sind. Diese Geländermauern werden 2 Fuß in der reinen Mauer stark, und 3 Fuß 7 Zoll 6 Linien von den Wulsten und Platten an hoch, mit Einschluß von 18 Linien für die Abwässerung der Deckplatten. Die Schicht, welche diese Deckplatten bildet, erhält außerhalb eine Platte von 14 Zoll Höhe und 3 Zoll Ausladung.

29. Eben so werden Geländermauern auf die Rampenmauern nach deren Länge auf jeder Seite der Brücke 52 Toisen lang gesetzt. Sie werden nur 2 Fuß 6 Zoll hoch,

Digitized by Google

mit Einschluß der Abwässerung der Deckschicht, die keine Platte erhält, und ebenfalls 2 Fuß stark *).

30. Zwischen den Fußwegen wird die Brücke bis zur Außenseite der Pilaster der Kaimauern mit starkem Hauptpflaster versehen. Die Fußwege auf der Brücke und den Stirnpfeilern werden 6 Zoll stark zwischen den Brustmauern und der Bordschicht von Quadern gut gepflastert.

31. An jedes Ende jedes Fußweges kommen 2 Stufen zu liegen, und ein mit Eisen beschlagener Radstößer zu stehen. Eben so werden längs jeder Rampenmauer 22 kleinere halbrunde Radstößer vor die Brustmauern der Rampen gesetzt.

32. Um die hohen Ufer des Flusses mit den Leinpfaden und den Auffüllungen zu beiden Seiten der Brücke in gleicher Höhe zu erhalten, werden 670 laufende Toisen trockne Uferbekleidungsmauer mit Pfahlrosten darunter, deren Langschwellen 6 Zoll, und wo möglich noch mehr, unter dem niedrigsten Wasserspiegel zu liegen kommen, aufgeführt.

Maaße unter dem niedrigsten Wasserspiegel.

33. Das Fundament der Mittel- und Stirnpfeiler kommt auf Rostpfähle, Rostschwellen und hölzernen Belag zu stehen, und zwar wo möglich 8 Fuß 3 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande tief. Auf die obersten 9 Zoll Höhe geht die reine Mauer gerade fort; im übrigen Theile tritt jede untere Schicht vor der darauf liegenden auf allen Seiten der Pfeiler und halben Pfeiler vor, wodurch zusammen 7 Fuß Absatz, von der reinen Mauer der gedachten Pfeiler an gemessen, gebildet wird, so daß auf dem Rostbelag das Mauerwerk der geraden Theile der Mittelpfeiler 27 Fuß und das der Stirnpfeiler, mit Einschluß der halben Pfeiler und der Plinten derselben, 37 Fuß 3 Zoll stark ist. Der übrige Theil der Stirnflächen der Landpfeiler, der Pilaster und der Mauern hinter diesen Pfeilern bis zu den überwölbten Leinpfaden, wird auch auf Rostpfählen, Rostschwellen und Belag ebenfalls 8′ 3″ unter dem niedrigsten Wasserstande gegründet. Aber hier tritt das Fundament nur 18 Zoll vor der reinen Mauer vor, und zwar so, daß dasselbe in 4 Fuß 6 Zoll Höhe vom Rostbelag 11 Zoll 3 Linien, und in 3 Fuß Höhe von da an, 6 Zoll 9 Linien absetzt.

Zweiter Abschnitt.

Beschaffenheit und Abmessungen der Materialien, so wie auch Bearbeitung und Versetzung eines Theils derselben.

Holz.

34. Zu der ganzen Zimmerarbeit wird Eichenholz genommen, welches größtentheils aus den Waldungen an der Oise und Marne erfolgt. Jedes Stück muß gerade, gesund, ohne Splint, nicht klüftig, ohne faule Stellen und angegangene Aeste sein, darf weder brandig noch weichfaserig sein, weder Eisklüfte noch Spalten haben. — Das vier-

*) Diese Mauern sind nur 21 Zoll stark gemacht worden.

Digitized by Google

eckige Holz muß scharfe Kanten haben, oder es darf, wenn der Splint herunter ist, wenigstens nicht mehr fehlen, als auf einer Seite ein Zoll. Zu den Rostschwellen, dem Rostbelag und dem andern geschnittenen Holz dürfen keine Schwartenstücke genommen werden.

35. Alle Rostpfähle müssen unbehauen, aber ohne Rinde sein. Die, welche unter die Stirn- und Mittelpfeiler kommen, werden ohngefähr 18 Fuß, die übrigen aber 24 Fuß lang. Sie müssen sämmtlich in der Mitte ihrer Länge ohne Rinde 1 Fuß im Durchmesser stark sein. Das dünne Ende wird 18 Zoll hoch gespitzt; die Spitze selbst bleibt unten 2 Zoll im Quadrat groß, um genau in den Pfahlschuh zu passen.

36. Die Langschwellen werden ohngefähr 4 Toisen lang und einen Fuß im Quadrat stark; die Queerschwellen oder Zangen einen Fuß breit, 8 Zoll hoch. Zu den Belagbohlen wird geschnittenes, 9 bis 10 Zoll breites und 4 Zoll starkes Holz genommen; diese Bohlen werden gesäumt und genau passend aufgelegt.

37. Die Widerlagssäulen der Lehrbogen werden 9′ lang und 18 und 20 Zoll stark; die Bänder und Spannriegel werden 18 bis 23 Fuß lang und 15 und 18 Zoll stark *). Die doppelten Hängesäulen bestehen jede aus 2 Stücken von 10 Fuß Länge und 15 Zoll im Quadrat Stärke; jede Zange besteht aus 2 Stücken, deren jedes 48 Fuß lang, 9 Zoll und 18 Zoll stark ist. Die Sturmbänder zur Verhütung des Ausweichens der Curven nach der Seite werden 22 Fuß im Durchschnitt lang und 9 Zoll im Quadrat stark. Jede Reihe Schalhölzer, die höchstens 12 Fuß lang werden, um über zwei Curvenweiten zu reichen, wird 8 Zoll ins Gevierte. Alles übrige im Betreff der Lehrbogen kommt hernach im §. 174. vor.

38. Die Pfähle unter den Uferbekleidungsmauern werden ohngefähr 12 Fuß lang und ohne Rinde 10 Zoll im mittlern Durchmesser stark; die Holme darauf 18 bis 24 Fuß lang und 10 Zoll im Quadrat stark. Die Riegelhölzer hinter der zweiten Reihe Pfähle werden eben so lang als die Holme, und 8 bis 9 Zoll stark, eben so wie die Zangen, die ohngefähr 12 Fuß lang werden.

39. Die Fangedammspfähle werden ohngefähr 24 Fuß lang und ohne Rinde 9 Zoll im mittlern Durchmesser stark; die Riegelhölzer 6 Zoll im Quadrat, die Spundbohlen ohngefähr 21 Fuß lang, 8 bis 9 Zoll breit und 4 Zoll stark.

40. Die Bohlen, starken Bretter und Schwarten zu den Nothbrücken und zum Materialientransport werden von Eichenholz und 4 Zoll stark. Zu den andern Brücken und zu den Gerüsten kann weiches und schwächeres Holz genommen werden.

41. Diese Nothbrücken und Gerüste werden auf verholmten Pfählen und Böcken von Eichenholz angelegt. Die Abmessungen und die Entfernung der Pfähle und Böcke von einander werden nach den Umständen bestimmt werden.

---

*) Die Schwierigkeit, Holz von dieser Stärke zu bekommen, hat es nöthig gemacht, eine ganze Menge von nur 14 und 15, und 15 und 16 Zoll Stärke zu verarbeiten, wodurch die Lehrbogen etwas schwächer geworden sind; daher es in ähnlichen Fällen vortheilhaft sein wird, dieselben entweder so stark, als in diesem §. angegeben, zu machen, oder die einzelnen Curven verhältnißmäßig näher an einander zu setzen.

Digitized by Google

Mauerarbeit.

42. Der Kalk wird von Vernon, Marly, Chaville, und andern nicht weiter entfernt liegenden Orten genommen, wenn er daselbst eben so gut als der aus Vernon und Chaville ist, der beinahe ums Doppelte gedeiht.

43. Der Sand wird aus der Seine gebaggert, und hernach durchgesiebt.

44. Der Cement wird von Dachziegeln oder Ziegelstücken und nicht von Mauersteinen gemacht, und von Saint Germain und St. Cloud, oder andern Orten, die ohngefähr eben so weit von Neuilli liegen, genommen.

45. Es werden zwei Arten Mörtel gebraucht. Die erste, die man gewöhnlich weißen Mörtel nennt, besteht aus einem Drittel gelöschten Kalks und zwei Dritteln gut getrockneten Sandes. Die andre Art Mörtel besteht halb aus Kalk und halb aus Cement, da dies Verhältniß, wobei ein Zehntheil Kalk mehr als gewöhnlich zu dieser Art Mörtel genommen wird, bei einem Versuche mit Vernonschem Kalk nöthig befunden worden ist.

46. Der Kalk wird sowohl mit Sand als auch mit Cement in einer Grube vermittelst einer durch Pferde in Bewegung gesetzten Maschine eingerührt, deren Achse mitten in der Grube steht. Von dem Zugbaume gehen senkrecht runde Hölzer beinahe bis auf den Boden der Grube hinunter, durch ein Queerholz, welches unterhalb des Hebelarms in der Achse befestigt ist. Bei Bereitung des Mörtels darf kein Wasser zugegossen werden, vielmehr muß derselbe wenigstens bei Regenwetter unter Planen oder Brettschuppen im Trocknen liegen; auch darf auf einmahl nicht mehr von jeder Art eingerührt werden, als an einem Tage verbraucht werden kann; was etwa am Abend an Mörtel übrig bleibt, muß auch ins Trockne gebracht werden, damit derselbe vom Regen nicht ausgewaschen werden könne.

47. Der Cement unter den Mörtel zum Vergießen und zu den Fugen wird gesiebt, und der Kalk darunter muß frisch gelöscht sein.

48. Die Bruchsteine müssen hart sein, und werden aus den Steinbrüchen zu Passy, Nanterre, Saint-Cloud, Sevres, Chaville, Marly, und andern Orten, die ohngefähr eben so weit von Neuilli ab liegen, genommen. Allein da in mehrern dieser Brüche weiche Lagen vorkommen, so dürfen nur solche Bruchsteine verwandt werden, die von den härtesten Schichten sind; sie müssen überdieß stark und lagerhaft sein, und die runden Stücken, die man gewöhnlich Katzenköpfe nennt, müssen zurückgeworfen werden.

49. Diese Bruchsteine werden schichtenweise und in Verband nach jeder Richtung versetzt und mit Sandmörtel vergossen. Sie werden erst mit der Hand sorgfältig in die gehörige Lage gebracht und hernach mit einem großen Hammer fest auf die Lager- und gegen die Stoß-Fugen getrieben, bis der Mörtel herausquillt. Hernach werden die Fugen mit kleinen Bruchsteinen und Stücken fest mit dem Hammer ausgezwickt, damit nicht mehr Mörtel ins Mauerwerk komme, als eben nöthig ist, und keine hohlen Räume darin bleiben.

50. Die Quadern müssen hart sein; sie werden vorzugsweise aus den besten Schichten des Bruches am Walde bei St. Germain, nicht weit von Poissy, genommen. Reichen diese nicht hin, so können auch welche von den härtesten Schichten in den Steinbrü-

Digitized by Google

chen bei Saillancourt, 2 Lieues rechts von Meulan, bei Cherance und Vetheuil, und von den neuerdings entdeckten Schichten bei Folainville, die alle nahe genug an der Seine bis etwa 3 Lieues unterhalb Mantes liegen, genommen werden.

51. Die rauhen Werkstücke können aus dem schon erwähnten Steinbruche bei Poissy, aus den zwei harten Schichten im Steinbruche bei Passy, aus dem bei Montesson etwas jenseit Chatou, dem in der Gegend von St. Germain und Sevres und aus andern in der Gegend von Neuilli liegenden, 2, höchstens 3 Lieues davon entfernten Steinbrüchen genommen werden, in denen der Stein hart, und beinahe so gut und hoch ist, als in denen bei Poissy und Passy. Die Bänke haben 1 Fuß 6 Zoll bis 2 Fuß 6 Zoll Höhe.

52. Diese rauhen Werkstücke werden nur aus dem Gröbsten bearbeitet. Ihre Schichtenhöhen werden denen der Gewölbsteine und der Quadern in den Stirnflächen gleich, hinter welche sie versetzt werden. Jedes rauhe Werkstück muß ohngefähr 15 bis 20 Cubikfuß und wo möglich noch mehr enthalten. Sie werden überhaupt nur auf einer Seite abgerichtet und die übrigen ohngefähr rechtwinklicht darauf, um in besserem Verbande unter einander und mit den Quadern versetzt werden zu können. Die rauhen Werkstücke, welche zusammen in eine Schicht passen, werden auf den Bauplätzen eben so ausgesucht und numerirt, wie die Quadern.

53. Die Quadern überhaupt werden behauen und ganz scharfkantig bearbeitet. Sie dürfen weder Adern noch weiche Stellen haben; indessen können in die Laufschichten in den Fundamenten und darüber Steine kommen, in welchen die Adern nicht weniger als 15 Zoll von den Stirnflächen entfernt sind und nicht mit denselben parallel laufen; aber alle Gewölbsteine, alle Steine in den obersten Schichten der Widerlagen, in den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler, den Gesimsen und Abdachungen derselben, in den Pilastern, Wulsten, Platten und Geländermauern, so wie in den Sockeln auf den gedachten Pilastern, dürfen weder Adern noch weiche Stellen haben. Was die Quadern und rauhen Werkstücke zum Mauerwerk hinter den Stirnflächen und weiter rückwärts betrifft, so sollen Adern und weiche Stellen darin nicht als Fehler angesehen werden. Die Quadern und rauhen Werkstücke, die wegen fehlerhafter Stellen oder wegen zu geringer Höhe oder Stärke weder in die Stirnflächen noch als rauhe Werkstücke gebraucht werden können, sollen als Bruchsteine verwendet werden, auch dann, wenn sie schon behauen und auf die Baustelle selbst gebracht worden sein sollten.

54. Die Steine zu den Stirnflächen der Mauern und Gewölbe werden rein und rechtwinklicht in ihren Stoß- und Lager-Fugen bearbeitet, die zu den Gewölben, den herausgekragten Bogen und den Vorder- und Hintertheilen der Brückenpfeiler aber genau nach dem Schnitte durch den zugehörigen Mittelpunkt.

Diese Steine verjüngen sich in ihren Lagerfugen gar nicht. Die Stoßfugen derjenigen zu den Häuptern der Gewölbe werden auch ganz rein bearbeitet, und die zwischen den Häuptern wenigstens auf 2 Drittel ihrer Länge. Was die Schichten in den Mauern betrifft, so dürfen die Stoßfugen der Strecker und die dazu gehörigen der Binder höchstens auf zwei Drittel der Breite der Strecker schräge zulaufen.

55. Alle diese Steine werden in ihren rechtwinklichten Stirnflächen, Lager- und Stoß-Fugen gut abgerichtet. In den Stirnflächen darf aus dem Steine nichts heraus- und nichts davon abgesprungen sein. Dieselben müssen gut behauen, gespitzt und mit dem Krönel-

Digitized by Google

eisen bearbeitet werden, nachdem an allen Kanten Schläge ausgehauen worden sind. Die Kanten an den sichtbaren Stirnflächen dürfen nicht abgestoßen, sondern müssen vollkommen scharf sein.

56. Die Schichten der Stirnflächen im Umfange der Fundamente der Mittel- und Landpfeiler bis zum niedrigsten Wasserstande erhalten Läufer und Binder, wovon die erstern 5′ lang, 4′ breit, die andern in der Außenseite 4 Fuß lang und 5 Fuß oder beinahe so lang in der Mauer sind, was 4 Fuß 5 Zoll 4 Linien mittlere Stärke giebt. Die Schichtenhöhe beträgt wenigstens 18 Zoll.

57. Die Schichten der Stirnflächen der Landpfeiler jenseit der Brückenhäupter, der dahinter liegenden Mauern, der Kai- und Rampenmauern, der Sockel an denselben, der Sockel und Pfeiler im Innern der überwölbten Leinpfade, der Pilaster, der Hintermauerung der Gewölbe in den Häuptern von den Kämpfern an, erhalten auch Läufer und Binder, erstere ohngefähr 4 Fuß lang und 27 Zoll breit, letztere vorn etwa 30 Zoll lang und 3 Fuß in der Mauer. Die Abmessungen richten sich nach den Pilastern und deren Vorsprung, so wie nach dem bäurischen Werk an diesen und den Häuptern der Bogen über den Leinpfaden, um sowohl Festigkeit als auch ein angenehmes Aeußere dadurch zu erhalten. Die durchschnittsmäßige Stärke dieser Schichten beträgt 2 Fuß 6 Zoll 8 Linien, das erwähnte bäurische Werk ungerechnet, welches 4 Zoll mehr Ausladung hat, als die mit Fugenschnitten versehenen Theile. Diese Schichten werden ohngefähr 18 Zoll hoch, je nachdem die Steine im Bruche geschafft werden können.

58. Die Steine zu den Schichten der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler von den geraden Theilen dieser und der halben Pfeiler an, müssen in ihren Stirnflächen wenigstens 5 Fuß lang sein, und im Durchschnitt eben so stark. Es muß darauf Rücksicht genommen werden, daß die stärksten Steine in die am meisten hervorragenden Theile gebracht werden. Die Schichten werden etwa 18 Zoll hoch, so wie es nöthig sein wird, um mit den darauf treffenden Gewölbsteinen in Verbindung zu kommen.

59. Die Bogen und Gewölblinien werden auf einem festen Boden vorgerissen, der auf jede Toise nach der Richtung des kleinsten Durchmessers einen Zoll Fall hat. Auf diesen Boden kommt hernach eine 8″ starke Mauer von Bruchstein und Sandkalk, und auf diese ein gut abgeriebener und mit der Kelle geebneter Gips-Estrich. Die Krümmung des obern Theils der großen Bogen, deren Halbmesser 25 Toisen 1 Fuß lang sein soll, kann nicht mit der Schnur vorgerissen, und muß daher durch Abseissen auf der Sehne und durch Ordinaten für jeden Gewölbstein aufgetragen werden. Die Sehne wird 122 Fuß 2 Zoll lang und die Höhe des Bogens beträgt 13 Fuß 2 Zoll. Eben so wird in Hinsicht der übrigen Bogen des Gewölbes verfahren, von denen etwa zu fürchten wäre, daß sie mit der Schnur nicht genau vorgerissen werden könnten.

60. Es wird nach dem, was in Betreff eines Bogens von ebenfalls 120 Fuß Oeffnung beobachtet worden ist, angenommen, daß die Gewölbe sich um ohngefähr 18 Zoll setzen, nämlich 1 Fuß auf den Lehrbogen, bevor die Schlußsteine eingebracht sind, und noch 6 Zoll nachher, weshalb die Gewölbsteine nach einer krummen Linie versetzt werden müssen, die in der Mitte 18 Zoll höher ist, als nach den vorher angegebenen Maaßen, wonach die Lehrbretter auszutragen sind.

61. Die

61. Die Gewölbsteine der Häupter der großen Bogen und die in den letztern selbst werden abwechselnd 6 Fuß und 4 Fuß in der Wölbungslinie lang und 4 Fuß 6 Zoll und 5 Fuß 6 Zoll hoch, nehmen aber bis zu 9 Fuß Höhe vom großen Bogen an gerechnet zu. Die Schlußsteine und die 12 auf jeder Seite folgenden Gewölbsteine bestehen jeder aus einem einzigen Stück, und sind von 5 Fuß 6 Zoll bis 6 Fuß 8 Zoll hoch, damit sie oberhalb noch 6 Zoll waagerecht abgehauen werden können, indem bei Wegnahme der Lehrbogen, von der obern Seite der Gewölbsteine im großen Bogen leicht etwas abspringen kann. Die Abmessungen der Steine in den untern Theilen der Häupter richten sich nach der Eintheilung der Bogen, der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, und dem Verbande, der zwischen den zusammengehörigen Schichten und Wölbsteinen hervorgebracht werden muß. Diese Gewölbsteine sind 17 Zoll, oder wenigstens beinahe so viel, in der Wölbungslinie stark, wobei die äußere Seite der Schlußsteine, die auf der innern Seite diese 17 Zoll Stärke hätten, 6¼ Linien stärker wird.

62. Der Raum zwischen den Häuptern wird abwechselnd mit 7 und 8 Wölbsteinen ausgefüllt, die in der innern Wölbungslinie ohngefähr 4 Fuß 8 Zoll lang sind. Die Steine zu den untern Theilen der Gewölbe, bis auf 2 Drittel der Höhe derselben, sind abwechselnd 4 Fuß 6 Zoll und 5 Fuß 6 Zoll hoch, und die im übrigen obern Theile des Bogens sind sämmtlich 5 Fuß hoch.

63. Die Wölbsteine der Bogen über den Leinpfaden werden von 2 Fuß, im Schlußstein gemessen, bis 3 Fuß, in den untern Theilen, hoch. In den Wölbungslinien werden dieselben 2 Fuß 6 Zoll und 4 Fuß abwechselnd lang, und 3 Fuß und 2 Fuß 3 Zoll stark.

64. Jede Schicht läuft waagerecht um die Mittel- und Landpfeiler, die Vorder- und Hintertheile der erstern, und die Mauern an den letztern von einem Ende der Brücke bis zum andern herum; die ähnlich liegenden Wölbsteine in jedem Haupt und in allen Bogen werden auch untereinander waagerecht gelegt; die Wulste, Platten, Geländermauern und Deckplatten derselben werden gehörig eingerichtet und gleichfalls um die ganze Brücke herum waagerecht gelegt, auf den Rampenmauern aber nach deren Neigung.

65. In diese Schichten kommen abwechselnd Läufer und Binder. Die Lagerfugen werden 3 oder 4 Linien hoch; die der Gewölbsteine in den untern zwei Dritteln der Höhe der Bogen, welche sich im Ganzen nach der innern Wölbungslinie zu zusammendrücken, werden 6 Linien hoch, und die der obern Theile der Bogen höchstens 3 bis 4 Linien wie in den waagerechten Schichten, weil in dieser Gegend diese Fugen sich auf der innern Seite der Wölbung zu öffnen streben. Die Stoßfugen werden 1, höchstens 2 Linien breit. Alle Steine werden auf Keile von weichem Holze gelegt, die aber 6 Zoll von den Stirnflächen und Ecken entfernt sein müssen. Dieselben werden hierauf, nachdem sie vorher angefeuchtet worden, sämmtlich in den Lager- und Stoßfugen mit Cementmörtel vergossen und verstrichen, wozu Kellen von plattem gezahnten Eisen genommen werden; der Mörtel darf hierzu nicht zu dick sein.

66. Die Lagerfugen des Schlusses und der 15 Schichten Gewölbsteine zu beiden Seiten derselben in jedem Bogen werden nicht eher vergossen und verstrichen, als bis diese Schichten Gewölbsteine durch Keile zusammen getrieben sein werden *), so wie dies im

*) Bei der Ausführung sind die Keile weggelassen worden, da man beim Bau der Brücke zu Mantes bemerkt hat, daß mehrere Gewölbsteine beim Eintreiben derselben gesprungen sind.

§. 195. näher beschrieben werden wird; bis dahin werden die Gewölbsteine nur etwa auf 6 Zoll Höhe vergossen, um sie unter einander zu befestigen und um zu verhüten, daß sie sich beim Eintreiben der Keile nicht verrücken; auch muß so viel als möglich verhütet werden, daß nicht etwas in die Fugen falle.

67. Alle Fugen zwischen den Werkstein- und Gewölbsteinschichten werden in den Stirnflächen mit Werg zugestopft, um das Herauslaufen des Mörtels zu verhüten. Nachdem die Steine gut vergossen und verstrichen worden, werden die Stellen, wo die Steine etwa hinten spitz zulaufen, mit harten kleinen Steinstücken ausgezwickt, und diese mit dem Hammer und dem Ende der Kelle eingerieben, so weit man mit dem letztern nur kommen kann.

68. So wie die Steinschichten und die Lagen Gewölbsteine versetzt werden, wird dahinter, immer zugleich, mit rohen Werkstücken und Bruchsteinen und Kalk und Sand aufgemauert, und das Ganze wird so hoch wie die Schicht oder die Reihe Gewölbsteine abgeglichen.

69. Bevor eine neue Schicht oder eine neue Lage Gewölbsteine zu versetzen angefangen wird, werden die Quadern und rohen Werkstücke nochmals bearbeitet, um die Höhen derselben so einzurichten, daß alle zusammengehörige Oberkanten genau in einerlei Ebene fallen. Die an den Stirnflächen und dem bäurischen Werk zur Erleichterung des Versetzens etwa stehen gebliebenen Stücke werden gleichfalls weggehauen.

70. Die Steine zum Gesimse der Brücke und der Mauern an den Stirnpfeilern, die Platten auf den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler, und die zu den Geländermauern unter den Decksteinen, müssen wenigstens 4 oder 5 Fuß lang sein. Die Geländermauern bestehen aus 2 durch die ganze Stärke gehenden Schichten, mit Einschluß der Schicht, welche als Deckplatte dient. Die größten Steine, die sich in den Steinbrüchen finden und angefahren werden können, werden zu den Deckplatten der Geländermauern, zu den Sockeln auf den Pilastern und zu den Abdachungen der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler und halben Pfeiler aufgehoben.

71. Die Laufschicht vor den Fußwegen wird 21 Zoll hoch und 1 Fuß breit. Jeder Stein in derselben muß 5 bis 6 Fuß lang sein.

72. Die zwei Stufen an jedem Ende der Fußwege werden die eine 36, die andere 33 Fuß in der Ummessung lang, 18 Zoll breit und 6 Zoll hoch. Jeder Stein in denselben wird 6 bis 7 Fuß lang.

73. Jeder der 4 Abweisesteine, die an die Enden der Fußwege zu stehen kommen, wird 5 Fuß 8 Zoll lang, mit Einschluß von 3 Fuß, welche eingepflastert werden, rund, über dem Pflaster 21 Zoll, oben 18 Zoll im Durchmesser stark.

74. Die 22 kleinen Abweisesteine, die vor die Geländermauern jeder Rampe gesetzt werden, werden jeder 3 Fuß 8 Zoll hoch, mit Einschluß von 21 Zoll, welche ins Pflaster kommen; sie werden auf der vordern Seite abgerundet, bleiben aber hinten platt. Ueber dem Pflaster werden sie 15 Zoll stark, oben 12 Zoll *).

75. Alle Fugen werden mit einem eisernen Haken ausgekratzt, damit der Gußmörtel bis auf ohngefähr einen Zoll tief herauskommt. Dann werden sie angefeuchtet und von

*) Diese kleinen Abweisesteine sind weggelassen worden.

Digitized by Google

neuem mit Cementmörtel ausgestrichen. Dieser Mörtel wird mehrere Mahle, bis er trocken und schwarz ist, mit der Kelle gerieben, wobei er nicht zwischen den Steinen heraustreten darf. Was die Stirnflächen über dem niedrigsten Wasserstande betrifft, so werden die Fugen derselben auch mehrere Mahle mit einem gekrümmten Eisen, welches ebenfalls als Haken gebraucht wird, und eben so stark ist als die Fugen breit sind, ausgekratzt, um den Mörtel darin festzustreichen, und ohngefähr eine halbe Linie hinter die Stirnflächen zurück zu drücken, damit die Kanten der Steine zu bemerken sind.

Eisen.

76. Alles Eisen kommt aus den Hammerwerken zu Berry. Es muß gut geschweißt, geschmeidig und nicht spröde sein. Die Pfahlschuhe erhalten 4 Federn, jede 18 Zoll lang, 20 Linien breit und 4 Linien stark, welche fleißig angeschweißt sein müssen und weder verschwächt noch verbrannt sein dürfen. Der Schuh ist oben 3 Zoll im Quadrat groß, und läuft kegelförmig in 6 Zoll Länge, etwas abgerundet in eine Spitze aus. In jede Feder kommen 4 Löcher, durch welche eben so viel starke Nägel geschlagen werden, die dazu besonders geschmiedet werden müssen. Alles zusammen wiegt 25 Pfund.

77. Die Nägel zur Befestigung des Belags auf die Rostschwellen müssen 6 bis 7 Zoll lang sein und $\frac{1}{2}$ Pfund wiegen. Die Spitzbolzen zur Befestigung der Riegelhölzer an die Pfähle, und der Zangen auf diese Riegelhölzer, sowohl in den Fangedämmen als unter den Uferbekleidungsmauern, werden 10 bis 11 Zoll lang und wiegen 1 Pfund.

78. Die Bolzen zu den Rahmen der Fangedämme werden 12 Zoll vom Oehre bis zum Kopfe lang und 9 Linien stark, und wiegen mit Scheibe und Splint 3 Pfund.

79. Die eisernen Klammern, welche vergossen werden, um die Widerlagssäulen der Lehrbogen zu befestigen, werden 18 Linien breit, 4 Linien stark, und wiegen 13 Pfund.

80. Die Klammern zu den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler und zu den Gewölbsteinen, so wie zu den Quadern und rauhen Werkstücken der ersten Schichten Wölbsteine, und zum Gebrauch an andern Stellen, wo sie nöthig sein könnten, werden 18 Zoll lang, mit Ausschluß derer in die ersten Schichten Gewölbsteine und in die zunächst unter und über denselben, die 2 Fuß lang werden, alles mit Einschluß der Schenkel an den Enden, die von der äußern Seite der Klammer an, 2 Zoll Länge erhalten. Die Klammern werden 9 Zoll im Quadrat stark; die kleinen wiegen 3, die großen 4 Pfund.

81. Die Bolzen in die doppelten Hängesäulen und Zangen der Lehrbogen werden resp. 30 und 36 Zoll zwischen Kopf und Schraube lang, 15 Linien stark, und wiegen mit der Mutter im Durchschnitt 21 Pfund. Die kleinen Bolzen zur Verbindung der verzahnten Riegelhölzer werden 9 Zoll zwischen Kopf und Schraube lang, 9 Linien stark, und wiegen mit der Mutter 3 Pfund.

82. Die Ringe haben jeder 8 Zoll innern Durchmesser, und werden von vierkantigem geschmiedeten und 20 Linien starken Eisen gut abgerundet und geschweißt angefertigt. Die Bolzen werden verdoppelt und 18 Linien stark; jede Feder wird 3 Fuß 9 Zoll, mit Einschluß des Auges, wodurch der Ring geht, und eines Hakens von 3 Zoll am Ende, lang. Alles zusammen muß 24 Pfund wiegen.

Digitized by Google

83. Die eiserne Schiene, welche vor die Laufschicht längs den Fußwegen auf dem Brückenkörper kommt, wird 6 Zoll hoch und 6 Linien stark, und für beide Seiten der Brücke überhaupt 242 Toisen 4 Fuß lang. Diese Schiene wird nach ihrer Stärke in den Stein eingelassen, und vor jeder Stoßfuge mit 2 eisernen Klammern befestigt; die eine derselben, mit Einschluß eines Hakens am Ende, 2 Fuß 6 Zoll lang und 15 Linien stark, wird schief eingesetzt und in dem Mauerwerke unter dem Pflaster des Fußwegs vergossen, und hat einen platten in der äußern Seite der Schiene auslaufenden Kopf; die andre Klammer, 2 Fuß 4 Zoll ebenfalls mit Einschluß des Hakens lang, 3 Zoll breit und 9 Linien stark, wird senkrecht eingesetzt, nach der Stärke in den Stein eingelassen, zurück gebogen, um die Schiene von hinten zu umfassen, und hält diese letztere von oben mit einem Haken, der in der Flucht der Oberkante der Schiene liegt, zu welchem Ende ein Einschnitt in dieselbe gemacht wird; das andere Ende dieser Klammer wird in dem Mauerwerke unter der gedachten Schicht vergossen. Alle eisernen Schienen werden so lang gemacht als möglich, und unter einander vor einer Stoßfuge der Laufschicht dergestalt zusammen verbunden, daß 4 Zoll von der einen Schiene so weit umgebogen werden, daß sie das Ende der andern umfassen, und das Ganze von den vorgedachten Klammern gehalten wird.

84. Die vier Abweiseſteine *) an den Enden der Fußwege werden mit 4 Schienen und 2 Ringen von Eisen beschlagen. Die Schienen werden 4 Zoll breit und 8 Linien stark, und um ihre Stärke in die Steine, und in die obersten 3 Zoll von der Länge des eingepflasterten Theils, eingelassen. Der obere Theil der Schienen wird weniger breit gemacht, damit letztere auf der Oberfläche des Steins genau zusammentreffen und die an denselben angebrachten 3 Zoll langen und 1 Zoll starken Haken hier mit Blei vergossen werden können. Diese Stelle wird wieder mit einem, einen Zoll starken Bolzen bedeckt, für welchen zwischen den Haken Platz gelassen wird. Dieser Bolzen ist gespalten, geht unter den Haken unten auseinander und wird da so vergossen. Oben erhält derselbe einen Kopf von 3 Zoll Durchmesser. Die Ringe, 8 Linien stark und 4 Zoll breit, werden auf die Schienen mit zwei, 1 Zoll im Durchmesser starken Bolzen befestigt, welche durch die Abweiser gehen. Die Köpfe derselben werden mit den Ringen bündig umgenietet. Zu jedem Abweiseſteine kommen 240 Pfund Eisen.

Pflaster.

85. Das Brückenpflaster wird von Sandstein gemacht, den man aus den Brüchen bei Flins, Condecourt, Mezy und Equevilliers, welche Orte alle in der Nähe von Meulan liegen, erhält. Auch können Steine aus Chevaudot, dem Walde bei Marli, und der Gegend bei Pontoise an der Oise genommen werden. Doch müssen zu diesem Behuf die härtesten Bänke an diesen Orten ausgesucht, und die zu weichen Steine, wenn sie nicht von gehöriger Güte gewählt worden sein sollten, sowohl in den Brüchen, als auch dann, wenn sie schon verwandt sind, verworfen werden. Alle diese Pflastersteine werden 8 oder 9 Zoll groß, regelmäßig gespalten, und dürfen unten nicht rund zusammen laufen.

*) Diese Abweiser sind von Eisen gegossen worden.

Digitized by Google

86. Der Sand wird aus dem Flusse gehoben, muß kiesig, und eben so gut als der zum Mauerwerk der Brücke sein.

87. Die Pflastersteine zu den Fußwegen auf der Brücke und zwischen den Pilastern kommen von den vorerwähnten Orten, müssen 6 Zoll nach allen Seiten stark, und soviel als möglich würfelförmig gehauen sein. Sie werden in Mörtel von Kalk und Cement, auf eine Untermauerung, die mit Sandkalk aufgeführt ist, und wovon hernach die Rede sein wird, versetzt.

Dritter Abschnitt.

Bestimmung der Arbeiten, die in jedem Jahre vorgenommen werden sollen.

88. Die Brücke soll in zehn Jahren beendigt werden. Im ersten werden die Materialien angeschafft, die Schuppen zur Unterbringung des Holzes und der Geräthschaften erbaut, die Schmieden angelegt, und die Bauplätze und Nothwege eingerichtet.

89. Der Bauplatz zu den Lehrbogen und andern großen Zimmerstücken kommt größtentheils in die große nach Neuilli hinein führende Straße und auf andere nahe herumliegende Orte, die sich über dem höchsten Wasserstande befinden, zu liegen. Die Pfähle und die andern zu den Rosten und Fangedämmen gehörigen Holzstücke, die während jeder Bauzeit gebraucht werden können, werden auf die Insel und das Ufer des Flusses auf der Seite von Courbevoie und auf den Theil der Insel, der beibehalten und erhöht werden soll, gebracht.

Die Plätze zu den Quader- und Bruchsteinen kommen auf die Insel und auf Stellen in der Nähe, über welche verfügt werden kann.

90. Die Kalkgruben kommen auch auf die Insel und die dem Bau nächsten Ufer, so wie die Roßkünste zur Bereitung des Mörtels, von denen §. 46. die Rede gewesen ist.

91. Die Schmiede und die Niederlagen für die Geräthe und Geschirre kommen auf den bleibenden Theil der Insel; die andern Niederlagen und die Schreibstube werden in Schuppen untergebracht, die dazu gebaut werden.

92. Im zweiten Jahre wird der Stirnpfeiler auf der Seite nach Courbevoie zu, die Mauern hinter demselben, der überwölbte Leinpfad, die Kaimauern und die Pilaster daselbst gegründet, und 18 Fuß 6 Zoll über dem niedrigsten Wasserspiegel hoch aufgeführt, jedoch mit Ausschluß des halben Pfeilers und des hierher treffenden Theils des Brückengewölbes; welches alles nur bis zur siebenten Lage der Gewölbsteine von unten einschließlich, oder etwa 10 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande, aufgeführt wird.

93. Im dritten Jahre wird der andre Stirnpfeiler in der Insel auf der Seite, wo Neuilli liegt, die Mauern dahinter, der überwölbte Leinpfad, die Kaimauern und Pilaster daselbst gegründet, und alles bis zu den vorbeschriebenen Höhen aufgeführt.

94. Im vierten Jahre werden die 2 Mittelpfeiler in der Insel gegründet, und die Gewölbsteine derselben, bis zur siebenten Schicht von unten einschließlich, versetzt. Auch werden die Rampenmauern in der Verlängerung der Kaimauern auf der Seite von Neuilli gegründet, und 18 Fuß 6 Zoll über dem niedrigsten Wasserstande hoch, wie die letztern aufgeführt.

Digitized by Google

95. Im fünften Jahre werden die 2 letzten Mittelpfeiler in dem schiffbaren Arme des Flusses gegründet und eben so hoch aufgeführt.

96. Das sechste Jahr wird vorzüglich dazu angewandt, um die Quadern und rauhen Werkstücke vollends auf die Bauplätze zu schaffen, dieselben zu behauen und zu spitzen, und um das Holz zu den Lehrbogen und Gerüsten an Ort und Stelle schaffen und schneiden zu lassen. Es werden auch wenigstens 6 Krahne *) von 25 bis 30 Fuß Höhe, und die übrigen nöthigen Maschinen und Geräthschaften verfertigt, um die Lehrbogen und Steine zu heben. Auch werden die zwei Rampenmauern auf der Seite von Courbevoie gegründet, um die Steinmetzen und Maurer zu beschäftigen, von denen die besten beibehalten werden sollen.

97. Im siebenten Jahre werden die Nothbrücken und Gerüste aufgerichtet und die Lehrbogen aufgestellt, damit die 5 Bogen zugleich erbaut und geschlossen, auch die Lehrbogen zugleich weggenommen werden können. Mit Anfang der Bauzeit werden auch die Stirnpfeiler der Brücke und die der Bogen über den Leinpfaden, die dahinter liegenden Mauern und die Kaimauern, ingleichen die Obertheile der Mittel- und halben Pfeiler, um 8 bis 9 Fuß erhöht, um den Bogen gehörige Widerlage zu verschaffen. Es wird alles so eingerichtet, daß zu Ende der Bauzeit, und ehe noch das Wasser wächst, alles Holz sowohl von den Lehrbogen als von den Nothbrücken und Gerüsten weggenommen und nach den Bauplätzen und Magazinen geschafft sein kann. Zu diesem Ende sollen die Pfähle zu den Gerüsten im Winter vor der fraglichen Bauzeit geschlagen, ein Theil der Gerüste und Krahne gerichtet, und der Anfang mit Aufstellung der Lehrbogen in derselben Jahreszeit gemacht werden.

98. Im achten Jahre werden die Bogen über den Leinpfaden, die Stirnpfeiler, die Mauern hinter denselben, die Kaimauern, die Pilaster darin und der kleinste Theil der Hintermauerung der Bogen beendigt, die Pfähle unter die Uferbekleidungsmauern, mit Ausschluß derjenigen in der Abdämmung des auszufüllenden Armes des Flusses, geschlagen, und die Uferbekleidungsmauern auf der Seite nach Courbevoie und ein Theil derselben auf der entgegengesetzten aufgeführt.

99. Im neunten Jahre werden die Gewölbsteine in der Verlängerung der Häupter versetzt, das Mauerwerk der untern Theile der Gewölbe beendigt, die Schichten in den äußern Seiten der Hintermauerung vollends versetzt, und alles 34 Fuß 9 Zoll über dem niedrigsten Wasserstande abgeglichen.

100. Endlich im zehnten und letzten Jahre werden die Gesimse der Brücke und der dahinter liegenden Mauern, und die Geländer versetzt, Fußwege und Pflaster angefertigt, und der Arm auf der Seite von Neuilli abgedämmt, um alles Wasser unter der neuen Brücke durchzuleiten. Das letztere geschieht vermittelst eines Dammes, der zu beendigenden Uferbekleidungen und der Verfüllungen, die den Gegenstand eines andern Entwurfs und eines andern Verdings ausmachen werden, welche die Erdarbeiten und die Wege zu beiden Seiten der Brücke betreffen.

---

*) Anstatt der Krahne sind Haspel mit Rädern, ohngefähr wie die, deren man sich bei Schachten bedient, gebraucht worden.

Digitized by Google

Richtung und Lage der Brücke.

101. Zuvörderſt wird genau die Mittellinie der Brücke gezogen. Sie liegt, wie ſchon geſagt, in der Verlängerung der Mittellinie der großen Allee längs den Elyſäiſchen Feldern. Zu dieſem Ende werden die nöthigen Einſchnitte und Oeffnungen in die Häuſer und Mauern gemacht, welche dieſe Allee vom Fluſſe an verdecken. Die gedachte Linie wird auf der andern Seite des Fluſſes bis auf die Höhe, auf welcher Chantecoq liegt, verlängert, 782 Toiſen 4 Fuß von der Stirnfläche der nach der Allee zu liegenden Befriedigungsmauer der Meierei, welche den Mönchen vom Orden des heiligen Dionyſius gehört, entfernt. In dieſen Endpunkt auf der oberſten Stelle der Anhöhe, der den Mittelpunkt eines halben Mondes abgiebt, wovon weiter unten die Rede ſein wird, ſo wie an die gedachte Befriedigungsmauer, werden gerade und genau rechtwinklicht bearbeitete 12 Zoll ſtarke Stücke Holz geſetzt, wenigſtens 6 Fuß tief in die Erde gegraben, und dauerhaft in Mauerwerk von Bruchſteinen und Sandkalk eingelaſſen und befeſtigt. Dieſe werden dreimahl mit weißer Oelfarbe angeſtrichen, und auf die Mitte jedes Stücks eine ſenkrechte, einen Zoll breite ſchwarze Linie gezogen, die gegenſeitig als Geſichtspunkte dienen ſollen, wobei durch die Holzſtücke in der Höhe des Auges Löcher gebohrt werden.

102. 220 Toiſen von der Stirnfläche der gedachten Befriedigungsmauer der Meierei der Benedictiner vom Orden des heiligen Dionyſius, und in derſelben Linie, wird auf der Inſel bei Neuilli ebenfalls ein Pfahl, wie die vorigen, geſetzt und befeſtigt, der die Mitte der Brücke bezeichnet.

103. 169 Fuß 3 Zoll (wahrſcheinlich 169 Toiſen 2 Fuß 3 Zoll) von dieſem letztern Pfahl entfernt, wird auf jeder Seite in derſelben Linie ein eben ſolcher Pfahl geſetzt und befeſtigt, der 110 Toiſen jenſeit der hintern Seite der Stirnpfeiler der Brücke zu ſtehen kommt.

104. Die obern Enden dieſer 3 letztern Pfähle werden 20 Fuß über dem niedrigſten Waſſerſtande unter einander waagerecht abgeſchnitten und gleichfalls mit Oelfarbe angeſtrichen. In die Köpfe dieſer Pfähle wird die Mittellinie der Brücke eingeſchnitten und mit ſchwarzer Farbe gezogen.

105. Wenn dieſe Pfähle richtig geſtellt ſind, ſo können danach die Grundwerke und die übrigen Theile der Brücke abgeſteckt und die verſchiedenen Höhen eingerichtet werden.

106. Bei Gründung der Stirnpfeiler auf der Seite, wo Courbevoie liegt, und der damit zuſammenhängenden Mauern, wird zuerſt das Erdreich bis auf den Waſſerſpiegel ſo weit ausgegraben und weggeſchafft, daß zu den Grundwerken ſelbſt, zu den Fangedämmen und zu den Arbeiten auf allen Seiten Platz iſt. Es werden hinreichend breite Abſätze und hinlängliche Böſchung gelaſſen, um das Nachfallen der Erde zu verhindern. Die ausgegrabene Erde wird wenigſtens 20 Toiſen weit hinter den Stirnpfeiler geſchafft.

107. Es werden 71 laufende Toiſen Fangedämme angelegt, die wenigſtens 12 Fuß von dem Raume abſtehen, den das Grundwerk einnimmt.

108. Jeder Fangedamm beſteht aus 2 Reihen Pfähle, deren Spitzen geflammt werden, um ſie zu härten. Dieſe Pfähle kommen der Länge der Fangedämme nach 4 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander, und eben ſo 10 Fuß nach der Breite, unter einander

rechtwinklicht, zu stehen. Sie werden nach der Richtung, die der Damm erhalten soll, auf der obern Seite zuerst eingesetzt und mit einem 600 Pfund schweren Rammklotz eingeschlagen, so daß die obern Enden derselben nur noch 6 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande sind, und die Pfähle ohngefähr 3 Fuß tief in den festen Boden zu stehen kommen zu welchem Ende der Grund an mehrern Stellen untersucht werden muß, damit die Länge der Pfähle für jeden Theil des Fangedamms genau ausgemittelt werden könne.

109. Auf die äußere Seite der Pfähle, 5 Fuß 6 Zoll über dem niedrigsten Wasserstande, kommen 6 Zoll starke Riegelhölzer zu liegen. Diese greifen an den Enden jedesmahl vor einem Pfahl 14 Zoll über einander, und werden an jedem derselben mit eisernen Spitzbolzen befestigt.

110. Auf die Riegelhölzer und an einen Pfahl um den andern werden Zangen gelegt, welche 15 Fuß lang und 8 Zoll stark werden, damit sie über den Einschnitten noch stark genug bleiben, um die Gerüste tragen zu können, die etwa auf den Fangedämmen angelegt werden sollen. Diese Zangen werden 3 Zoll über die Riegelhölzer geschnitten, und auf die letztern mit Spitzbolzen befestigt.

111. Gegen die innere Seite jeder Reihe Pfähle werden gut passende Spundbohlen geschlagen. Hierzu werden Rahmen von 12 Fuß Länge, die also über 3 Pfahlweiten reichen, genommen. Jeder Rahmen besteht aus zwei, 21 Fuß langen, 9 bis 10 Zoll breiten, 4 Zoll starken, $10\frac{1}{2}$ Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernten Stangen, zwei Riegeln von derselben Breite und Stärke und 12 Fuß Länge oben, und zwei dergleichen unten, zwischen denen dadurch ein $4\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten weiter Falz bleibt, daß 3 Linien starke eiserne Scheiben an die Bolzen auf jeder Seite zwischen Stangen und Riegel gesteckt werden. Die Oberkante der obern Riegel kommt 6 Zoll tiefer zu liegen als die obern Enden der Stangen, und die untern Riegel werden so angebracht, daß sie, wenn die Stangen eingeschlagen sind, fast auf dem Grunde aufliegen. An die Stangen angebolzt, erhalten die Riegel Splinte und Vorstecker. Die Falze werden hernach auf dem Zimmerplatze genau mit Spundbohlen von der Stärke der Stangen ausgesetzt, welche Bohlen nach der Länge gleichlaufend bearbeitet und, so wie die Stangen, von beiden Seiten gespitzt werden, damit sie sich genau an einander schließen.

112. Zuerst werden die Stangen, an welche die Riegel gebolzt worden, mit einem 5 bis 600 Pfund schweren Bär eingeschlagen. Sobald die obern Enden der Stangen mit denen der Pfähle gleich hoch liegen, werden in die Falze die schon auf dem Zimmerplatze hineingepaßten Spundbohlen geschoben, und zwar von beiden Enden nach der Mitte zu, um die Bolzen nicht zu zerbrechen. Auf diese Art wird, zugleich auf beiden Seiten des Fangedamms, jeder Rahmen eingeschlagen, wobei man auf der Seite, die dem Strom am meisten ausgesetzt ist, anfängt, wodurch die Einbringung der untern Rahmen erleichtert wird. Mit einer eben solchen Spundbohle wird dann der Raum zwischen den Stangen zweier nebeneinander liegenden Rahmen ausgesetzt, indem die Riegel oder Falze über die Stangen hinaus reichen, und so die Lage der Schlußbohlen bestimmen. Die solchergestalt hervorragenden Enden werden jedoch so eingerichtet, daß die Riegel nicht an einander stoßen und sich beim Einbringen der Rahmen beschädigen können. Auch werden die Rahmen gegen den Stoß des Wassers abgespreißt, und die Zangen immer aufgelegt, so wie ein Theil der Rahmen eingebracht ist.

113.

Digitized by Google

113. Hierauf wird der Sand und der Schlamm aus dem innern Theile des Fangedamms, wenn es angeht, bis auf festen Boden ausgehoben und weggeschafft, damit die Füllerde sich so viel als möglich auf einen Grund setzen könne, der keine Durchseigerung gestattet, welches wesentlich nothwendig ist, um die Wasserschöpfungskosten zu vermindern.

114. Hierauf wird der innere Raum der Fangedämme bis zur Oberkante der Zangen mit guter Dammerde ausgefüllt, die aus der Insel bei Neuilli genommen werden kann, und während des Einbringens gut mit Stämpeln geschlagen wird.

Wasserschöpfung.

115. In den Ecken des Fangedamms werden so viel Scheibenkünste und andere hydraulische Maschinen angebracht, als nöthig sind, um während der ganzen Zeit, in welcher der Stirnpfeiler gegründet wird, den innern Raum ausschöpfen und trocken erhalten zu können. Die Röhren werden, um sie auch beim größten Sommerwasser benutzen zu können, 18 Fuß lang und 5 Zoll im innern Durchmesser weit. Davon sind gerechnet: 2 Fuß auf den Sumpf; 9 Fuß 3 Zoll auf den Theil von da bis zum niedrigsten Wasserstande, indem angenommen ist, daß der Rostbelag so tief unter demselben zu liegen kommen soll; 6 Fuß auf die Höhe des Fangedamms über dem kleinsten Wasserstande; und 9 Zoll auf den darüber noch herausstehenden Theil bis zur Gabelwalze, um das nöthige Gefälle für die Ausgußröhren und Rinnen hervorzubringen.

116. Es wird ein dauerhaftes Gerüste auf Pfählen errichtet, um die Scheibenkünste daran zu befestigen, so daß dieselben nicht herausgenommen zu werden brauchen, wenn sie einer Ausbesserung bedürfen. Die Sümpfe werden wenigstens 6 Fuß in die Fangedämme hinein gelegt und, wo möglich, bis 11 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande tief ausgegraben. Wenn sich das Wasser im Fangedamme gesenkt hat, so wird eine Rinne senkrecht auf die Mittellinie des Pfeilers ausgegraben, um dieselbe in die verschiedenen Sümpfe leiten zu können. Diese Rinne kann 1 Fuß weniger tief liegen, als die Sümpfe.

117. In die Pumpen kommen drei Löcher, jedes von 3 Zoll im Durchmesser, und zwar von 2 zu 2 Fuß unter der Gabelwalze, die hernach durch hölzerne, mit gehecheltem Hanf umwickelte Zapfen verstopft werden. Diese Löcher sollen dazu dienen, das Wasser dem Steigen und Fallen des Flusses gemäß ablassen zu können, und von der Kraft keine höhere Wassersäule heben zu lassen, als eben nöthig ist. Zu diesem Ende werden anstatt der Zapfen in einerlei Höhe hölzerne abgedrehte und in der Mitte gebohrte Ausgußröhren eingebracht, die sich in die Rinnen ergießen, welche letztere eben so viel höher oder tiefer gelegt werden.

118. Damit das Wasser nicht über die Fangedämme hinweggehoben zu werden brauche, wenn der Wasserstand des Flusses dies nicht nöthig macht, so werden auf jede Seite des Fangedamms ein oder zwei gut gedichtete und getheerte Kasten durch die ganze Stärke desselben gelegt, welche 11 Fuß lang, 4 Fuß hoch und 1 Fuß im Lichten breit sind. Diese Kasten werden von eichenen, 2 Zoll starken Bohlen genau gearbeitet, und an jedem Ende und in der Mitte durch einen Rahmen auseinander gehalten. Der Rahmen auf der innern Seite wird in drei Theile getheilt, deren jeder durch eine innerhalb mit Leder beschlagene Klappe verschlossen wird. Diese Klappen werden auf- und zugemacht, je nachdem der Wasserstand im Flusse es erfordert.

119. Bei jeder Scheibenkunſt werden 12 Tagelöhner angeſtellt, von denen Tag und Nacht immer 4 Mann zuſammen arbeiten, die alle 2 Stunden durch eben ſo viel Mann abgelöſt werden. Dieſe Arbeiter erhalten kein Tagelohn, ſondern es werden denſelben die Umdrehungen der Kurbel hundertweiſe bezahlt, zu welchem Ende an jeder Scheibenkunſt nach einem auszuhändigenden Modell eine Maſchine angebracht wird, welche die geſchehenen Kurbel-Umdrehungen angiebt.

120. Es ſoll unterſucht werden, ob es, wie zu vermuthen iſt, möglich ſein wird, den Strom ſelbſt ganz oder zum Theil zum Schöpfen zu gebrauchen, und wird dies jedem andern koſtbarern Mittel vorgezogen werden *).

Gründung des Stirnpfeilers.

121. Während das Waſſer ausgeſchöpft wird, wird auf die Riegelhölzer der Fangedämme die Mittellinie der Brücke und die Lage des Stirn- und halben Pfeilers aufgezeichnet. Der Sand und die Erde werden auf dieſer Stelle, und 9 Fuß weiter auf allen Seiten, mit einer nach außen fallenden Böſchung von 30 Grad ausgegraben und weggeſchafft. Mit dieſer Erdarbeit wird immer tiefer gegangen, je nachdem das Waſſer ausgeſchöpft wird, wo möglich bis zu 9 Fuß. In dieſer Tiefe wird das Erdreich waagerecht abgeglichen, und 3 Fuß entfernt vom untern Ende der Böſchung werden die kleinen Rinnen angelegt, um das Waſſer in die mittlere zu leiten. Die Erde und der ſchlechte Sand, ſo hier ausgegraben wird, wird hinter den Stirnpfeiler, wenigſtens 15 Toiſen jenſeit der Oberkante der Böſchung, geſchafft.

122. Der größte Theil des zur Gründung erforderlichen Holzes wird vor Anfang des Waſſerausſchöpfens zugerichtet. Auch müſſen zugleich die Geräthſchaften zum Fortbringen und zum Rammen der Pfähle in Stand geſetzt werden.

123. Eben ſo wird in Hinſicht der Mauerarbeit zu den Fundamenten unter dem Waſſer verfahren, da hier die geringſte Verzögerung, welche durch Mangel an Aufmerkſamkeit in dieſer Hinſicht veranlaßt würde, ſehr nachtheilig werden könnte, indem die Ausſchöpfung des Waſſers durch die fortwährende Erweiterung der kleinen Kanäle, durch welche das Waſſer zufließt, von Tage zu Tage ſchwerer und koſtbarer wird, und es muß daher der größte Theil dieſer Materialien nahe an das Ufer auf der Seite von Courbevoie geſchafft, und daſelbſt bearbeitet, die übrigen aber auf die Inſel gebracht und auf derſelben zugerichtet werden.

124. Sobald das Erdreich bis zur gehörigen Tiefe ausgegraben iſt, wird die Stelle jedes Roſtpfahls mit einem kleinen Pfahl bezeichnet. Dieſe Roſtpfähle bilden 13 gleichlaufende Reihen, jede 3 Fuß 1 Zoll 9 Linien von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Die Pfähle ſtehen nach der Länge 3 Fuß 2 Zoll von einander, und unter einander rechtwinklicht. Die erſte Reihe Pfähle kommt 7 Fuß vor die reine Mauer der Stirnfläche zu ſtehen. In die Gründung, von der hier die Rede iſt, kommen 436 Spitzpfähle.

125. Alle dieſe Spitzpfähle und die folgenden werden verſchuht, und ohne Rinde, bis ſie nicht mehr ziehen, eingerammt. Es werden dabei ſo viel Rammen angebracht, als nur irgend Platz haben, und Tag und Nacht ohne alle Unterbrechung gearbeitet. Der Rammbär muß wenigſtens 1200 Pfund wiegen, und wird von 35 Menſchen gezogen, die durch

*) Das leztere iſt geſchehen.

Digitized by Google

einen Schwanzmeister oder einen Zimmermann angewiesen werden. Auch kann den Arbeitern das Einschlagen jedes einzelnen Pfahls, bis derselbe nach dem Urtheil des Aufsehers nicht mehr zieht, verdungen werden, welches letztere nicht eher angenommen wird, als bis man gesehen hat, daß die Pfähle nicht mehr als etwa 2 Linien auf eine Hitze von 25 Schlägen eindringen, und so bei wenigstens 10 Hitzen nach einander. Die Köpfe der Pfähle werden, wo es nöthig ist, mit eisernen Ringen versehen.

126. Zuerst werden die mittelsten Reihen Pfähle unter dem Stirn- und Mittelpfeiler geschlagen, und nach und nach die andern, so daß die äußersten zuletzt daran kommen. Alle diese Pfähle werden in der vorbeschriebenen Höhe waagerecht unter einander abgeschnitten. An die äußern Pfähle werden 4 Zoll hohe, 4 Zoll lange, 3 Zoll starke Zapfen geschnitten.

127. Auf die äußersten Pfähle werden Holme gelegt, nachdem in dieselben auf der untern Seite Zapfenlöcher eingestemmt worden, deren Entfernung von einander nach der Entfernung der Pfähle bestimmt ist. Diese Holme werden jedesmal auf einem Pfahl gestoßen, und 15 Zoll lang über einander geschnitten. Die Enden bilden einen etwas ausspringenden Winkel, damit sie besser unter einander zusammenhalten.

128. Die Oberkante der innern Seite der Holme wird 2 Zoll nach der Breite, 3 Zoll nach der Tiefe abgeschrägt. Ueber jedem Rostpfahl wird ein 4 Zoll langer, am Ende 8 Zoll breiter schwalbenschwanzförmiger Einschnitt gemacht, der innerhalb bis auf 6 Zoll zusammenläuft und 8 Zoll hoch ist.

129. Die andern Pfähle erhalten eben solche, aber nur 2 Zoll breite Zapfen, wie die in den äußersten Reihen, ausgenommen diejenigen, welche nicht genau in einer solchen Richtung stehen, daß die Zapfen in eine senkrecht auf den Holm durch die Mitte des Schwalbenschwanzes daselbst gezogne Linie fallen; und sollen dergleichen Pfähle 4 Zoll tiefer als die andern abgeschnitten werden.

130. Auf diese Pfähle werden nach der Queere Zangen gelegt, die von unten über den Zapfen 5 Zoll tief gelocht werden, und Schwalbenschwänze am Ende erhalten, die 4 Zoll vom Ende an lang, 4 Zoll von oben hoch sind, um in die Einschnitte in den Holmen zu passen. Diese Zangen gehen 9 Zoll über die letzte Reihe Pfähle, die sie erreichen, hinaus, bestehen aus zwei oder drei Stücken, die jedesmal auf einem Pfahl gestoßen 15 Zoll lang und mit der halben Holzstärke über einander geblattet werden. Auf diesem Pfahle bleibt der Zapfen 8 Zoll lang, damit derselbe durch beide Zangen reiche. Alles muß so gelegt werden, daß die Zangen rechtwinklicht und fest auf den Pfählen und Holmen aufliegen.

131. Hierauf wird der Sand, der Schlamm und das schlechte Erdreich zwischen diesen Pfählen 18 Zoll tief unter der Oberkante der Zangen ausgegraben und weggeschafft, alles aber nur dann, wenn das Erdreich locker sein sollte und das Wasser so tief ausgeschöpft werden könnte, daß jene Wegschaffung Statt finden kann. Der dadurch entstandene Raum wird hernach mit gutem Bruchsteinmauerwerk mit der Oberkante der Zangen gleich hoch ausgefüllt und mit Mörtel von frisch gelöschtem Kalk und Sand vergossen. Dies Mauerwerk wird genau auf den Boden gelegt und ausgezwickt, damit kein Zwischenraum bleibe. Nach vorn zu werden kleine rauhe Werkstücke genommen, damit dieselben sich gegen die Pfähle legen und nicht herausweichen können.

132. Sodann werden die Belagbohlen auf die Zangen gelegt. Die erste wird auf einen Zoll abgeschrägt, damit sie den Holm überdecke und mit der Oberkante desselben

flüchtig zu liegen komme. Die übrigen werden bündig unter einander und mit der vorigen gelegt.

133. Die Bohlen erhalten 12 bis 15 Fuß Länge, und werden unter einander auf 6, wenigstens 3 Fuß in Verband gelegt. Die Stöße kommen genau auf die Mitte einer Zange, und die untere Seite muß genau auf derselben und dem Mauerwerk dazwischen aufliegen, weshalb auf letzteres, so wie die Bohlen gelegt werden, ein Estrich von Mörtel gegossen wird, damit unter den Bohlen kein leerer Raum bleibe. Hierauf werden diese Bohlen an den Enden, und wo es sonst nöthig ist, anstatt mit Nägeln von hartem Holz, mit eisernen Nägeln mit Widerhaken auf die Queerschwellen befestigt, um sie mit diesen besser zu verbinden.

134. Die oben hervorstehenden Bohlen werden mit dem Breitbeile mit den andern gleich hoch abgehauen, und vorzüglich die, auf welche die erste Schicht Quadersteine zu liegen kommt.

135. Auf den Rostbelag wird die Stirnfläche der reinen Mauer des Stirn- und des halben Pfeilers, auch Länge und Stärke derselben, genau aufgeschnürt. Vor die Linie, welche die Stirnfläche bezeichnet, wird der Vorsprung der Absätze genau getragen, der, wie vorher gesagt, vor dem halben Pfeiler 7 Fuß und vor den übrigen Stirnflächen des Stirnpfeilers, der Pilaster und der Mauern dahinter, 18 Zoll beträgt, wozu auf jeden Fuß Höhe der Mauern eine Linie Böschung gerechnet wird. Nach dem letztern Striche wird die Stirnfläche der ersten Schicht versetzt.

136. Diese erste Schicht wird auf den Belag in Mörtel, und nicht, wie gewöhnlich, trocken versetzt. Dahinter kommen rauhe aus dem Gröbsten bearbeitete Werkstücke bis zu $24\frac{1}{2}$ Fuß hinter der senkrechten Ebene durch die Stirnfläche des halben Pfeilers, und auf 45 Fuß Länge, als so breit die Brücke wird. Der übrige Theil der Stärke des Stirnpfeilers und der Länge desselben hinter den Stirnflächen wird mit Bruchsteinen und Kalkmörtel ausgeglichen.

137. Die Schichten und die Gewölbsteine darüber werden eben so versetzt und abgeglichen, die erstern waagerecht, die letztern bis zur siebenten Schicht von unten einschließlich, nach den Lagerflächen der Gewölbsteine.

138. Die 5 Schichten, welche jede vor dem Umfange des halben Pfeilers 16 Zoll 9 Linien, und die vor dem übrigen Theile des Stirnpfeilers, welche, wie schon gesagt, zusammen 18 Zoll absetzen, werden bis auf 9 Zoll unter dem Anfange des Gewölbes aufgeführt.

139. An der vierten Schicht Gewölbsteine von unten werden da, wo die Curven damit zusammenstoßen, zu beiden Seiten der Stellen, auf welche die Widerlagssäulen zu stehen kommen, 6 Zoll herausstehende, wenigstens 15 Zoll breite Vorsprünge gelassen, um die letztern fest am Mauerwerke zu halten.

140. Bevor mit dem Ausschöpfen aufgehört wird, werden 8 Widerlagssäulen, gegen welche die Curven der Lehrbogen sich setzen sollen, eingebracht. Die Mitte der äußersten kommt 18 Zoll von den Bogenhäuptern zu liegen; die 6 andern kommen in gleicher Entfernung von einander und den äußersten zu stehen.

141. Jede solche Widerlagssäule wird 15 bis 18 Zoll stark, passend, mit der schmalsten Seite an das Mauerwerk gesetzt und genau nach den Absätzen ausgeschnitten. Diese

Digitized by Google

Säulen gehen 6 Fuß hoch über den Anfang des Gewölbes, und müssen lang genug sein, um unten in 2 Reihen 6 und 18 Zoll starke, auf die zwei obersten Absätze gestreckte, Schwellen eingezapft werden zu können.

142. Die obern Enden dieser Widerlagssäulen werden ebenfalls in einen 12 Zoll hohen, 18 Zoll breiten Holm gezapft, der auf der obern Seite 1 Zoll tiefe und 15 Zoll breite Einschnitte erhält, worein die dritte Reihe Bänder versetzt werden soll. Auf der vordern Seite der Widerlagssäulen werden die Versatzungen zu den 2 untersten Bändern eingeschnitten.

143. Hierauf werden die Fangedämme mit der in denselben enthaltenen Erde eingenommen, und das daraus gewonnene Holz sorgfältig aufgehoben, damit dasselbe, wie hernach auseinander gesetzt werden soll, wieder gebraucht werden könne.

Gründung der Mauern am Stirnpfeiler.

144. Hierauf werden die übrigen Mauern hinter dem Stirnpfeiler, der Bogen über dem Leinpfade, die Kaimauern und die vier Queermauern unter dem Leinpfade und vor der Brücke, auf Rostpfählen, Schwellen und hölzernem Belag, dessen Oberfläche wenigstens 6 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande liegt, gegründet.

145. Da diese Grundwerke auf das Ufer kommen und nur etwas weniges vor bis unter das Wasser gehen, so wird es nicht nöthig sein, hier Fangedämme mit Pfählen und Spundbohlen zu bauen, und das Wasser kann bloß mit Eimern ausgeschöpft werden.

146. Die Mauern hinter dem Stirnpfeiler, der Pfeiler des Bogens über dem Leinpfade, die Kaimauern und die Pilaster, werden auf 3 Reihen Pfähle gesetzt. Unter die Queermauern unter dem Leinpfade werden nur 2 Reihen geschlagen. Unter alle diese Mauern kommen 201 Pfähle zu stehen, welche, wie oben bemerkt, 18 Fuß 6 Zoll hoch über dem niedrigsten Wasserstande aufgeführt werden.

147. Beim Aufschnüren der Absätze dieser Mauern auf den Rostbelag wird, wie schon erwähnt, von der reinen Stirnfläche derselben auch für jeden Fuß Höhe eine Linie Anlauf zugegeben.

Der Stirnpfeiler auf der Seite von Neuilli.

148. Der zweite Stirnpfeiler auf der Seite nach Neuilli zu, die Mauern hinter demselben, der Bogen über dem Leinpfade und die Kaimauern, werden sämmtlich auf vorbeschriebene Art gegründet.

149. Der Anfang wird mit Ausgraben und Wegschaffen der Erde bis zum Wasserspiegel gemacht, so wie solches §. 106. beschrieben worden. Alle Erde, auch die aus den Grundgräben der Pfeiler und Rampenmauern, die auf der Insel angelegt werden, wird nach dem beizubehaltenden Theile der Insel geschafft und waagerecht ausgebreitet.

150. Wenn das Erdreich oder der Sand unter dem Wasser es nöthig macht, daß Fangedämme angelegt werden, so wird ein solcher wie der vorige, und mit dem daraus erhaltenen Holze gebaut. Die Vortheile, welche etwa die Oertlichkeit an die Hand giebt, werden benutzt, entweder um auf der Seite, wo die Erde steht, weniger Pfähle zu schla-

Digitized by Google

gen, oder die Spundbohlen auf derselben Seite wegzulassen. Der innere Raum dieses Fangedamms wird hierauf gereinigt und mit Dammerde ausgefüllt, wie §. 113. angegeben worden, um das Wasser ausschöpfen zu können.

Die zwei ersten Mittelpfeiler auf der Seite nach Neuilli zu.

151. Was die 2 Pfeiler auf der Seite nach Neuilli zu betrifft, so wird zuvörderst die Erde um jeden derselben bis auf das Wasser ausgegraben und weggeschafft. Darauf wird, wenn man es nöthig finden sollte, ein viereckiger, überall 9 Fuß vom Grundwerke entfernter Fangedamm um jeden dieser Pfeiler erbaut *), wozu das Holz aus den alten Fangedämmen genommen, und das etwa fehlende neu angeschafft wird. Es wird auch hier, wie in Hinsicht des zweiten Stirnpfeilers gesagt, nach den Umständen ein Theil der Pfähle und Spundbohlen weggelassen.

152. Das Fundament jedes Pfeilers kommt auf 10 Reihen Pfähle zu stehen. Es werden deren überhaupt 183 geschlagen, und das Mauerwerk wird bis zur siebenten Schicht Gewölbsteine, von Anfang der Bogen an einschließlich, vorbeschriebener Maaßen aufgeführt.

Der dritte und vierte Pfeiler.

153. Hierauf wird der dritte und vierte Pfeiler gegründet. Der im Flusse nächst dem Ufer der Insel wird mit einem Fangedamm, wie die um die 2 ersten Pfeiler, umgeben. Indessen wird beim Bau untersucht werden, ob dieser Fangedamm nicht an das hohe Ufer der Insel angeschlossen und gelegt werden könnte.

154. Die wegen der Gründung dieses Pfeilers auszugrabende Erde wird nach dem beizubehaltenden Theile der Insel geschafft.

155. Der letzte Pfeiler wird mitten im Flusse gegründet. Auch dieser wird mit einem viereckigen Fangedamm umgeben, der 55 Toisen im Umfange hat, als so lang, daß der Theil, welcher davon noch außer den 71 Toisen, die zu dem ersten Stirnpfeiler angeschafft werden müssen, neu zu machen sein wird, gerechnet werden kann.

156. Nachdem nun das Erdreich und der Sand im Innern dieses Fangedamms bis auf 9 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande, und die Sümpfe zur Aufstellung der Pumpen wenigstens noch 2 Fuß tiefer ausgegraben worden, wird das Wasser ausgeschöpft, jeder Pfeiler auf 183 Pfählen erbaut, und alles auf vorbeschriebene Art gemacht.

Vorsprünge unter den Gewölben.

157. Bei Bearbeitung der Gewölbsteine zu den Häuptern bleiben an den sieben untersten Schichten unter den äußern sinkenden Wölbungen Vorsprünge bis zur innern Gewölblinie, deren Standfugen und Aushöhlungen sich nach den äußern sinkenden Gewölben richten. Gegen diese Vorsprünge sollen sich die Stirnen der äußersten Curven stemmen.

Rampenmauern.

158. Die 4 Rampenmauern werden im gewachsenen Boden gegründet. Die beiden auf der Seite von Neuilli werden in der Verlängerung der Kaimauern rechtwinklicht auf

*) Diese Fangedämme sind nicht gemacht worden.

Digitized by Google

die Brückenhäupter aufgeführt. Die schiefe Lage der hohen Ufer des Flusses erlaubt nicht, die beiden andern in die Verlängerung der Kaimauern zu legen. Die stromaufwärts gehende weicht von der letztern Richtung um 8 Grad nach dem Ufer zu, und die andere um 6 Grad nach dem Flusse zu ab.

159. Zuvörderst wird das Erdreich in der erforderlichen Breite bis aufs Wasser ausgegraben, wobei, wie schon in Hinsicht des ersten Stirnpfeilers auseinander gesetzt worden, auf die Absätze und Anläufe Rücksicht genommen werden muß. Das Erdreich von den Mauern auf der Seite von Courbevoie wird hinter den Stirnpfeiler geschafft.

160. Das Wasser wird mit Eimern ausgeschöpft; die Rampenmauern werden eben so tief als die Kaimauern, jede auf 199 Pfähle in 3 Reihen, gegründet, und in demselben Jahre 18 Fuß 6 Zoll über den niedrigsten Wasserstand aufgeführt.

Auswahl der Gewölbsteine zu den obern Theilen der Bogen.

161. Während zu den vorbeschriebenen Gegenständen die erforderlichen Steine aus den Steinbrüchen entnommen werden, werden die größten Stücke zu den Gewölbsteinen der obern Theile der Bogen zurückbehalten, nach den Bauplätzen gefahren und daselbst bearbeitet. Hierauf wird alles, was an Steinen erforderlich ist, das Holz zu den Lehrbogen und die übrigen Materialien zusammengebracht, damit die 5 Bogen von den 7 untersten Schichten an ganz bestimmt während einer Bauzeit geschlossen, und die Lehrbogen darunter eingenommen werden können, und zwar alles wo möglich vor Ende des Octobers. Hierzu werden alle erforderlichen Maaßregeln getroffen, die Gerüste und Nothbrücken erbaut, eine hinlängliche Anzahl Fahrzeuge bereit gehalten, die Krahne und andern Geräthschaften in Stand gesetzt und Arbeiter in hinreichender Menge angenommen.

Anfuhre der Steine zu Wasser.

162. Die Steine aus den Brüchen bei Poissy und andern an der Seine, welche vielleicht benutzt werden müssen, werden im Allgemeinen zu Wasser angefahren, nachdem sie auf Arbeitsplätzen am Ufer des Flusses behauen worden sind. Sie werden mit Vorsicht auf Fahrzeuge geladen, welche zu diesem Behuf mit Verdecken versehen worden, aufrecht, schichtenweise, und zwar jede Lage Gewölbsteine besonders gestellt, um sie mittelst starker eiserner Zangen mit den Krahnen vom Obertheile des Schiffs wegnehmen und geradezu an Ort und Stelle setzen zu können.

Kanal, um einen Theil der Materialien ganz nahe heran zu schaffen.

163. Damit die Schiffe bis nahe an die Bogen gelangen können, die in der Insel gebaut werden, so soll in derselben ein Kanal ausgegraben werden, der 60 Toisen Länge und 8 Toisen Breite im Grundbette erhält, und in 30 Fuß Entfernung von der Brücke parallel mit derselben zu liegen kommt. Dieser Kanal wird bis 3 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande ausgegraben, und erhält anderthalbfußige Böschung auf jeder Seite *).

164. Das Erdreich aus diesem Kanal wird auf Schiffen nach der Seite von Courbevoie geschafft, und in der Richtung des neuen Weges abgesetzt, um den Damm nach der Brücke anzufangen.

*) Dieser Kanal ist nicht ausgegraben worden.

Digitized by Google

165. Zwiſchen dem Haupt der Brücke und dem Ufer dieſes Kanals wird ein 27 Fuß breites Gerüſte auf Pfählen erbaut, die 9 Fuß nach der Länge und Breite des Gerüſtes von einander entfernt und in rechtwinklicht ſich ſchneidende Reihen zu ſtehen kommen. Auf dieſe Pfähle, die zum Theil aus dem Fangedamme erfolgen, werden 1 Fuß ſtarke Blattſtücke gelegt; darauf kommen wieder queerüber 9 Zoll ſtarke Balken, und auf dieſe 4 Zoll ſtarke Bohlen. Dieſes Gerüſte wird ohngefähr bis zur Höhe des gewachſenen Bodens der Inſel aufgeführt.

166. Die Verbindung unter den Theilen der Inſel zu beiden Seiten des Kanals wird durch den Leinpfad erhalten.

167. Um die Fortſchaffung der Materialien aus den Steinbrüchen nach den Arbeitsplätzen, und von den letztern nach dem Baue zu erleichtern, werden die erforderlichen Wege entweder mit Sandſteinen, die hernach wieder zu den auf die Brücke führenden Wegen dienen können, oder mit Abgängen von den Quaderſteinen gepflaſtert.

168. Während der vorerwähnten Arbeiten wird die Schifffahrt nicht unterbrochen; allein bevor die Gerüſte zur Aufſtellung der Lehrbogen zu den 2 Bogen über den Hauptarm des Fluſſes erbaut werden können, wird es nöthig ſein, die Schiffe durch den Arm auf der Seite von Neuilli gehen zu laſſen. Zu dieſem Ende wird das Bette dieſes Arms an den ſchicklichen Stellen vertieft, wenn es für nützlich gehalten wird, jedes der beiden äußern Enden der abzutragenden Inſel zum voraus abgeſchnitten, und ein Leinpfad auf dem hohen Ufer auf der Seite nach Neuilli zu angelegt.

169. Hierauf wird auf dem Hauptarme des Fluſſes ein 50 Toiſen langes und 14 Toiſen breites Gerüſte angelegt, welches die ganze Breite der Brücke einnimmt. Von dem übrigen Theile liegen 24 Fuß vor dem Oberhaupt zur Aufſtellung der Krahne und 15 Fuß auf der andern Seite, damit hier noch ein Wagen durchfahren könne. Dies Gerüſte wird eben ſo hoch und auf eben die Art gebaut, als das §. 165. erwähnte, nur daß die Pfähle 30 Fuß lang und oben wenigſtens 12 Zoll ſtark werden. Die letztern werden ebenfalls nach der Länge und Breite ohngefähr 9 Fuß aus einander, wenigſtens 6 Fuß tief in feſten Boden gerammt, unter einander durch Riegel, die mit dem niedrigſten Waſſerſtande gleich hoch und nach der Richtung des Stromſtrichs liegen, durch Kreutzbänder hier und unter den Balken, alles von 6 bis 7 Zoll ſtarkem Holze, und durch eiſerne Spitzbolzen verbunden; der Belag wird mit eiſernen Nägeln auf die Balken befeſtigt.

170. Ueber den Baugruben zu den Mittel- und Stirnpfeilern in der Inſel bis zum gewachſenen Boden derſelben, werden, wo es für nöthig gehalten wird, eben ſolche Gerüſte, ſo hoch wie die vorigen, erbaut.

171. Unter den vorbeſchriebenen Gerüſten werden noch einmahl leichtere bewegliche Gerüſte angebracht, um das Richten der Bänder und Spannriegel und der untern doppelten Hängeſäulen der Curven der Lehrbogen zu erleichtern.

172. Der Holzverband zu den Curven der Lehrbogen wird auf dem Zimmerplatze nach 4 gleichen Lehren zugeſchnitten und abgebunden, um mehrere Zimmerleute mit einem Mahle anſtellen zu können. Die Krümmung der Curven wird auf hölzernem Boden abgeſchnürt.

173. Die eben erwähnte krumme Linie wird unter der Bogenlinie ſo aufgezeichnet, daß dieſelbe von der letztern beim Anfang des Gewölbes 18 Zoll, und beim Schluß nur 6 Zoll entfernt

fernt ist. Es wird angenommen, daß diese Curven sich unter dem Schluß nur um 1 Fuß und die Gewölbe nach Wegnahme der Lehrbogen nur um 6 Zoll setzen können, welches überhaupt 18 Zoll ausmacht, die §. 60. hierzu angenommen sind. Die Last der ersten Schichten Gewölbsteine erhält die Curven, und verursacht zuweilen sogar, daß dieselben in die Höhe gehen, wenn man sie nicht in der Mitte belastet, ohne welchen Umstand sie sich um mehr als einen Fuß senken könnten.

174. Jeder Lehrbogen besteht aus 8 Curven, und jede Curve aus 4 Reihen Bänder und Spannriegel, zusammen aus 28 Stücken, von denen jedes einmahl ums andre an den Enden und in der Mitte zusammen durch 13 doppelte Hängesäulen in jeder Curve verbunden wird. Die 2 Stücke, aus denen jede Hängesäule besteht, werden mit 3 Schraubenbolzen zusammen verbunden, ausgenommen in der ersten Hängesäule auf jeder Seite, welche nur 2 Bolzen erhält.

175. In der Mitte der Bänder und Spannriegel wird oben und unten nach der Länge und bis durch die Zapfen, Blätter ꝛc. derselben eine Linie gezogen, und diese Linien sämmtlich in Eine senkrechte Ebene gebracht, damit die unvermeidlichen Ungleichheiten in der Stärke dieser Hölzer auf beide Seiten gleichförmig vertheilt werden. Die gedachten Verbandstücke werden an den Enden, mit welchen sie in die Hängesäulen eingreifen, rechtwinklicht abgeschnitten *).

Die Hängesäulen werden um einen Zoll ausgeschnitten, damit sie die Enden der Bänder und Spannriegel von oben umfassen. Diese Einschnitte sind rechtwinklicht auf die Längen der Hauptstücke; die übrigen Einschnitte in den Hängesäulen sind so tief, als die Holzstücke, von denen das eine um das andere ganz durchgeht, stark sind. Das Ganze wird so gearbeitet, daß die Hängesäulen die Widerlagssäulen, die Bänder und Spannriegel genau umfassen, wobei auf die Wahnkanten, Fehler und dünnen Stellen der erstern, Rücksicht genommen werden muß.

Auf jede Curve werden 8 Knaggen aufgefüttert, um die Krümmung derselben zu vollenden. Sie werden eben so breit als die Bänder und Spannriegel, und auf diese aufgenagelt.

176. Um die Curven unter einander zu erhalten, werden 5 Reihen Zangen durch dieselben gelegt, die in der Mitte die dritte, fünfte und siebente doppelte Hängesäule, welche die mittelste in jeder Curve ist, umfassen. Die Stücke, aus denen diese Zangen bestehen, werden in jeder Reihe mit 9 Schraubenbolzen zusammen verbunden.

177. An jede vierte und sechste Hängesäule werden 2 Reihen Riegelhölzer gelegt, die mit starken eisernen Nägeln an diese Hängesäulen genagelt werden.

178. Um das Verschieben der Curven zur Seite zu verhindern, werden außerdem noch 36 Sturmbänder angebracht, die sich auf die Zangen legen und gegen die Hängesäulen stemmen.

179. Die Schalhölzer werden unter die Mitte jeder Schicht Gewölbsteine gelegt, um die Fugen der letztern mit Werk ausstopfen zu können. Diese Hölzer werden, so

*) Man hat sich durch Erfahrung überzeugt, daß es besser sei, die Enden dieser Bänder und Spannriegel, und die Einschnitte in den Hängesäulen, in welche dieselben eingreifen, nach einem Bogen abzurunden, dessen Halbmesser der Länge jedes zugehörigen Bandes gleich ist, und daß dies selbst für die Curven der Lehrbogen der großen Gewölbe nöthig sei.

wie eine Schicht Gewölbsteine versetzt werden soll, auf starke Keile gelegt, so daß ein Raum von etwa 2 Zoll zwischen den Schalhölzern und dem Gewölbe zu den Keilen der Steinmetzen bleibt.

180. Alles Holz zu den Lehrbogen und die eisernen Bolzen müssen übrigens die hier vorbemerkte Länge und Stärke haben. Zu den 5 Lehrbogen gehören 25878 Balkenmaaß Holz *), wovon 21159 Stück von starkem Holze und 4719 Stück von schwächerm Holze sein müssen.

181. Die Lehrbogen der Brücke werden mit Krahnen **), Hebezeugen und andern passenden Maschinen gerichtet. Zuerst werden die untern Bänder von jeder Seite eingebracht, und nach und nach die übrigen Stücke, das eine um das andere und im Verbande, wobei die Hängesäulen und Zangen angebracht werden und alles verbolzt wird.

182. Jedes Tau dieser Maschinen wird fest an zwei starke Pfähle gebunden, die in der Richtung des Stromstrichs 4 Fuß von einander geschlagen, mit Bändern verbunden und tüchtig verbolzt werden. Dergleichen Pfähle werden auf beiden Seiten der Brücke, sowohl in der Insel als im Flusse, geschlagen.

183. Sobald alle Lehrbogen aufgestellt, und die Krahne und andere Maschinen mit allen Erfordernissen versehen sind, wird mit dem Heranschaffen und Versetzen der Gewölbsteine, ohngefähr zu gleichen Theilen auf beiden Seiten jedes Bogens, der Anfang gemacht, und nach und nach die Bogen nachgeholt, an denen die angenommene Zahl Arbeiter nicht zugleich mit arbeiten könnte. Indessen dürfen in einem Bogen nicht über 3 Schichten Gewölbsteine auf einer Seite mehr liegen als auf der andern, und in einem Bogen nicht über 6 Schichten mehr als in einem andern. Zuerst werden die Gewölbsteine in den Häuptern versetzt, und hierauf die zugehörige Schicht vollendet; die Steine werden nach der Richtung der Fugen und Lagerflächen, sowohl in den großen Bogen als den sinkenden Gewölben, versetzt.

184. Während die untern Schichten Gewölbsteine versetzt werden, wird zugleich mit den Vorder- und Hintertheilen der Mittel- und Halbpfeiler und den mit den Gewölbsteinen zusammenhängenden Theilen, so wie mit den Gesimsen derselben, fortgefahren.

185. Bei Erbauung der Hintertheile der Mittel- und Halbpfeiler werden 60 Ringe an die für die Schifffahrt passenden Stellen fest eingemauert. Die höchsten kommen unter die Gesimse der Hintertheile der Pfeiler.

186. Die Abdachungen der erwähnten Vorder- und Hintertheile der Pfeiler und die Schichten darüber, die die ersten Gewölbsteine der Brückenhäupter bilden, werden hierauf in 5 Fuß mittlerer Stärke, von den Stirnflächen an gerechnet, aufgeführt und voll bearbeitet, ohne hinten spitzer zulaufen zu dürfen.

187. Alle Steine in den Vorder- und Hintertheilen der Mittel- und Halbpfeiler von dem Rostbelag an, und in den sinkenden Gewölben, werden unter einander, mit den rauhen Werkstücken und mit den Gewölbsteinen dahinter, durch 18 Zoll lange Klammern verbunden. Die Steine in denen, welche die Gesimse der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, deren Abdachungen, die ersten Reihen Gewölbsteine und die darauf folgenden bilden,

*) Ein Balkenmaaß = 3 Cub. Fuß Holz. Anm. d. Uebers.

**) Zu den großen Bogen sind keine Krahne gebraucht worden.

Digitized by Google

werden gleichfalls unter einander, und mit den rauhen Werkstücken dahinter bis auf etwa 12 Fuß von den Stirnflächen, mit 24 Zoll langen Klammern verbunden. Alle diese Klammern werden um ihre Stärke und einige Linien mehr eingelassen und hernach verkittet. Es sind überhaupt 400 kleine und 900 große Klammern erforderlich.

188. Sobald in jedem Bogen und auf jeder Seite 5 Schichten Steine von den 7 untersten an, die in den Jahren vorher versetzt worden, eingebracht sind, wird die Mitte jedes Lehrbogens mit 5 Schichten Gewölbsteinen belastet, damit dieselben nicht durch den Druck der schon versetzten in die Höhe getrieben werden, und so wird, wenn man dies während der Arbeit für nöthig hält, nach und nach bis zu 17 und mehrern Reihen fortgefahren, so daß ohngefähr für jede 2 versetzte Schichten immer eine aufgelegt wird, d. h. daß mit Belastung der Lehrbogen aufgehört wird, wenn auf beiden Seiten 12 Schichten Wölbsteine über den 12 vorerwähnten Schichten versetzt sind. Die Wölbsteine zur Belastung der Lehrbogen werden auf Unterlagen und Bohlen, mit der Leibung nach unten, gelegt. Jede Reihe wird in der Ordnung hingestellt, in der die Steine versetzt werden sollen; die Steine zu den Häuptern aber werden nicht zur Belastung der Lehrbogen genommen, da sie Schaden leiden könnten.

189. Hinter die Quaderschichten und die Gewölbsteine bis zu 24 Fuß Höhe vom kleinsten Wasser an, auf die ganze Stärke der Mittel- und Halbpfeiler, und auf 18 Fuß von der hintern Seite der letztern oder der Vorderseite der Stirnpfeiler an, werden rauhe Werkstücke eingebracht.

190. Hierauf werden auf die vorerwähnten 24 Reihen Wölbsteine auf jeder Seite jedes Bogens nach und nach 13 Reihen in der §. 183. angegebenen Ordnung versetzt.

191. An den Stirnflächen jeder von den 24 Schichten Gewölbsteine, welche die sinkenden Gewölbe bilden, bleiben 2 und 3 kleine Vorsprünge, unabhängig von denen vor den sieben untersten Schichten zur Erhaltung der äußern Curven, wovon §. 157. die Rede gewesen ist, stehen, um dieselben mit Spreißen auf den Lehrbogen zu unterstützen.

192. An jeder sechzehnten und drei und zwanzigsten Schicht Wölbsteine bleiben mitten zwischen jeden zwei Curven 4 Zoll hohe, 2 Fuß lange Vorsprünge stehen, aus Gründen, die §. 226. entwickelt werden sollen.

193. Alle vorerwähnten Schichten Gewölbsteine werden auf Keile gesetzt, mit Mörtel von Kalk und Cement vergossen und verstrichen, und an ihren Enden zwischen den Stoßfugen nur mit kleinen harten Steinen gut ausgezwickt.

194. Die 31 obern Schichten Gewölbsteine, welche die Zahl von 101, aus denen jeder Bogen besteht, voll machen, werden nur auf die §. 66. erwähnten 6 Zoll Höhe vergossen und verstrichen, bis sie durch Keile, so mit Schlägeln auf die hiernach beschriebene Art eingetrieben, sehr fest an einander gepreßt worden sein werden.

195. In die 2 Lagerflächen auf den beiden Seiten jedes Gewölbsteins werden 2 Keile von Eichenholz in Einschnitte gesteckt, die in der äußern Wölbung 4 Zoll breit und 18 Linien tief sind, 9 Zoll über der innern Wölbung spitz zulaufen, und die in jedem Gewölbsteine nur immer auf einer Seite sind. Diese Einschnitte werden einen Fuß von den Häuptern und Enden der Gewölbsteine gemacht, damit die Keile gerade auf einander passend eingetrieben werden (welche Vorsicht nöthig ist, um die Gewölbsteine nicht zu zerbrechen). Die Keile sind 4 und 5 Fuß lang, $3\frac{1}{2}$ Zoll breit und 2 Zoll im Rücken stark. Sie werden mit

Seife bestrichen, und zwischen zwei Streifen Schiefer in die vorgedachten Einschnitte gesteckt. Alle diese von gerade gewachsenem gespaltenen Holze verfertigten Keile werden auf jeder Seite glatt bearbeitet und nach und nach zu drei verschiedenen Mahlen mit hölzernen Schlägeln von 4, 8 und 12 Pfund schwer eingetrieben. Hierzu werden 50 Mann genommen, nämlich 10 Mann zu jedem Bogen, wovon 5 auf jeder Seite den ersten Tag mit gleich viel Schlägen mit den vierpfündigen Schlägeln anfangen, die von den Schlußsteinen am weitsten abliegenden Keile einzutreiben, und sich jedesmahl zugleich in zwei zusammengehörigen Schichten so lange einander nähern, bis sie beim Schluß zusammenkommen.

Dasselbe Verfahren wird in gleicher Ordnung und in allen Bogen zugleich am zweiten Tage mit den achtpfündigen Schlägeln, und am dritten Tage mit den zwölfpfündigen wiederholt. Die Keile werden so lange mit den letztern Schlägeln eingetrieben, bis sie bei verdoppelten Schlägen nicht mehr ziehen wollen. Es werden etwa 3000 zur ganzen Brücke nothwendig seyn.

196. Diese Gewölbsteine werden hernach mit gutem Mörtel von Kalk und Cement vergossen und verstrichen und in den Fugen mit kleinen harten Steinen ausgezwickt, eben so wie die vorerwähnten; demnächst wird alles bis zur Höhe der längsten Gewölbsteine mit Mauerwerk von Bruchsteinen und gutem Mörtel von Kalk und Sand abgeglichen.

197. Es ist §. 60. angeführt worden, daß der Krümmung der Bogen 18 Zoll in der Höhe zugegeben werden solle. Dies geschieht beim Versetzen der Gewölbsteine mit einem Quadranten von $2\frac{1}{2}$ Fuß Halbmesser, an welchem ein Loth hängt, und der in Grade getheilt ist, um den Winkel angeben zu können, den jede Lagerfläche mit einer senkrechten Linie bildet, da eine Schnur bei so großen Bogen weder anwendbar, noch so genau ist. Unabhängig von diesem Quadranten muß die Höhe der untern Seite der Lagerfläche jedes Gewölbsteins und der waagerechte Abstand derselben von einer senkrechten Linie durch den Anfang jedes Gewölbes berechnet und die gefundenen Maaße in eine Tabelle zusammengestellt werden, wonach untersucht wird, ob jeder Gewölbstein ganz richtig versetzt ist, und ausgemittelt werden kann, welche Veränderungen die Gewölbe während oder nach ihrer Erbauung erleiden.

198. Beim Versetzen der Gewölbsteine werden diejenigen zwischen den Häuptern und sinkenden Wölbungen in der Richtung der Schichten nach der Mitte zu erhöht, und zwar nach krummen Linien, wovon die im Schnitt durch den Schlußstein 3 Zoll Höhe hat, und die für die übrigen Schnitte nach dem Anfang des Gewölbes zu bis auf Null abnehmen *).

199. Vor Wegnahme der Lehrbogen werden die Gewölbsteine der Häupter verstärkt, so daß von dem großen Bogen, der bis zu den Widerlagen verlängert wird, 5 oder 6 ganz voll sind. Die Gewölbe werden mit diesen Steinen gleich hoch in der Verlängerung ihrer Lagerflächen mit rauhen Werkstücken bis zu 24 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande hoch hintersetzt, und diese Werkstücke mit Sandkalk vergossen. Der übrig bleibende Raum wird mit Bruchsteinen und eben solchem Mörtel ausgemauert.

---

*) In der Ausführung ist der Schluß nur nach einer krummen Linie von $1\frac{1}{2}$ Zoll Höhe aufgeführt worden, und die Krümmungen sind nach Wegnahme der Lehrbogen durch das Setzen der Gewölbe verschwunden.

Digitized by Google

200. Die Laſt der untern Gewölbſteine drückt die einzelnen Verbandſtücke der Lehrbogen in einander, treibt die letztern etwas in die Höhe, und verurſacht, daß ſich die Lagerfugen zwiſchen mehrern Schichten Gewölbſteinen in der äußern Gewölblinie öffnen, und zwar fängt dies in Bogen von 120 Fuß Oeffnung beim fünften Theile der halben Umneſſung von unten an, und geht bis zum dritten Theile derſelben. Die Laſt, die dann in der Gegend der innern Wölbung wirkt, verurſacht auch zuweilen Brüche in Gewölbſteinen in den Häuptern, deren hinteres Ende waagerecht mit den Schichten in den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler verbunden iſt. Wenn die Bogen geſchloſſen werden, geben ſich die Fugen, die ſich geöffnet hatten, und die zerbrochenen Steine wieder ſo zuſammen, daß man den Bruch nicht ſehr bemerkt, indem die obern Gewölbſteine gegen die äußere Wölbung der untern drücken.

201. Daß die Fugen ſich öffnen, iſt nicht ganz zu vermeiden; man wird es aber weniger bemerken, wenn die hölzernen Lehrbogen ſtark, und die Verbandſtücke, aus denen ſie zuſammengeſetzt werden, genau gearbeitet ſind; allein das Zerbrechen der Steine muß man ſo viel als möglich zu verhüten ſuchen, zu welchem Ende die Verkröpfungen möglichſt vermieden, oder kurz und wenig belaſtet werden müſſen. Die Höhe der Fugen muß hier wenigſtens 6 Linien betragen.

202. Eben ſo muß man das Abſplittern von den Gewölbſteinen der Häupter oder das Zerbrechen derſelben dadurch zu verhüten ſuchen, daß man die Fugen bis auf 6 Zoll von der innern Wölbung mit einem ſägeförmigen Meſſer oder einem Meißel aufmacht, wenn ſich zeigt, daß dieſelben in dieſen Theilen zu ſtark zuſammengepreßt ſind.

203. Was das Zerbrechen der mittlern Gewölbſteine und der Steine in den Schichten betrifft, ſo iſt dies gewöhnlich nur eine Folge der ſchlechten Bearbeitung der Lagerflächen, oder davon, daß dieſelben nicht gut vergoſſen und verſtrichen worden ſind. Es muß daher beſondere Aufmerkſamkeit angewandt werden, um dieſe Brüche zu verhüten.

Wegnahme der Lehrbogen.

204. Mit der Wegnahme der Lehrbogen wird ſo lange gewartet, bis der Mörtel in den Fugen der obern Theile der Gewölbe feſt genug geworden iſt, ſo daß man mit keiner Meſſerklinge mehr dazwiſchen kommen kann, welches etliche Tage nach dem Vergießen und Verſtreichen derſelben Statt finden wird. Um die Lehrbogen einzunehmen, werden zuerſt die Keile und die 4 unterſten Reihen Schalhölzer auf beiden Seiten jedes Bogens weggenommen, wobei mit den beiden äußern Bogen zugleich und mit den unterſten Schalhölzern angefangen, darauf mit den beiden daran ſtoßenden Bogen fortgefahren, und mit dem mittelſten Bogen der Beſchluß gemacht wird. An demſelben Tage und in derſelben Ordnung werden die 4 folgenden Reihen Schalhölzer weggenommen, um bis zu den zweiten Hängeſäulen zu gelangen.

205. Am zweiten Tage werden 7 Reihen Schalhölzer auf jeder Seite jedes Bogens herausgenommen, nämlich erſt 4 und dann 3, immer in der vorbeſchriebenen Ordnung.

206. Am dritten, vierten und fünften Tage werden an jedem wieder nach und nach 7 Reihen Schalhölzer und in derſelben Ordnung weggenommen.

Digitized by Google

207. In der Mitte jedes Gewölbes bleiben 15 Reihen Schalhölzer. Die 4 Reihen auf jeder Seite, welche am weitesten vom Schlußsteine ab liegen, werden am 6ten Tage, und die 7 übrigen am 7ten weggenommen.

208. Bevor diese 15 letzten Reihen Schalhölzer weggenommen werden, müssen zwischen dem Obertheil jeder Curve und dem Bogen nur bei den drei Hängesäulen kleine Spreitzen eingebracht werden, um jenes Wegnehmen zu erleichtern, da die Schalhölzer sehr durch die Lehrbogen angedrückt werden, deren obere Theile zu dieser Zeit ein Bestreben aufwärts zu steigen haben.

209. So wie die Schalhölzer von den untern Theilen der Lehrbogen weggenommen worden, werden die Bolzen aus den zugehörigen doppelten Hängesäulen und mehrere Sturmbänder und Zangen herausgenommen, um der Holzverbindung in den Lehrbogen Spielraum zu verschaffen, und ein leichteres Heben derselben gegen die untern Theile des Gewölbes zu bewirken, was die Last des obern Theils des Gewölbes veranlassen wird, wodurch sich dieses gleichförmiger setzt, und verhütet wird, daß die Krümmung sich nicht verwirft.

210. Am 8ten Tage endlich werden die kleinen Spreitzen in allen Bogen zugleich zerschlagen, und dann stehen die Gewölbe nicht mehr auf den Lehrbogen.

211. Sowohl bei Beendigung des obern Theils der Bogen, als auch nach Wegnahme der Lehrbogen, findet eine neue Bewegung in den Gewölben Statt, und in derselben Zeit, in welcher die Fugen, die sich unterhalb zwischen dem 4ten und 5ten Theile ihres halben Umfangs geöffnet haben, sich wieder zusammengeben, wie dies §. 200. gesagt ist, gehen andre Fugen in der äußern Wölbung und in der Verlängerung der Lagerflächen durch die Hintermauerung der Bogen da auf, wo der Theil, der einen Druck nach unten ausübt, aufhört und der untere Theil des Bogens anfängt, der diesem Drucke widersteht. Diese nicht zu vermeidende Wirkung wird weniger beträchtlich sein, wenn die Gewölbsteine gut mit Keilen zusammengetrieben und die Fugen sorgfältig vergossen und verstrichen sind. Die bemerkbarsten Oeffnungen, die sich in der Hintermauerung zeigen, werden mit flüssigem Mörtel von Kalk und Cement ausgegossen, und so viel als möglich mit kleinen Steinen ausgezwickt. Die Oeffnungen in den Fugen an den Stirnen der Gewölbsteine dürfen nicht so bemerkbar sein, daß sie mit Cementmörtel ausgegossen werden könnten, wie dies im entgegengesetzten Falle geschehen müßte. Die so eben angeführte Wirkung muß nach den bei ähnlichen Bogen angestellten Beobachtungen etwas tiefer als am Ende des untern Drittels des halben Umfanges am meisten zu sehen sein, und hernach bis beinahe zum Ende der untern Hälfte des Umfangs bis auf Null abnehmen.

212. Hierauf werden nach und nach und so schnell als möglich die Curven und der übrige Holzverband der Lehrbogen behutsam eingenommen, um dieselben nicht zu beschädigen, dabei mit den 2 Bogen auf der Seite von Courbevoie angefangen, und die Krahne und andern Maschinen, so wie die Böcke gebraucht, deren man sich beim Richten bedient hatte. Die Holzstücke und die Bolzen werden, so wie dieselben eingenommen werden, nach den Bauplätzen und Niederlagen geschafft, wobei die Widerlagssäulen, die Bänder und die Spanriegel zusammengelegt werden, und auch das schwächere noch brauchbare Holz nicht unter die Hängesäulen, Zangen und andere Stücke, die nicht mehr gebraucht werden können, gebracht wird.

Digitized by Google

213. Hierauf werden mit der in Hinsicht der Lehrbogen empfohlenen Schnelligkeit die Gerüste weggenommen und die Pfähle ausgezogen. Das Holz und Eisen davon wird gleichfalls auf die Bauplätze und in die Niederlagen geschafft; die Pfähle, so auch die Balken und Holme werden zusammengelegt, und der Belag und die Bohlen von den übrigen Holzstücken abgesondert.

214. Die Bogen über den Leinpfaden werden hierauf beendigt; allein da jeder derselben 100 Fuß lang wird und wenig Weite hat, so können die Lehrbogen auf zwei Mahl aufgestellt werden. Diese bestehen aus 8 Curven, die 6 Fuß 4 Zoll von Mitte zu Mitte aus einander stehen. Jede Curve enthält 2 Reihen Bänder und Spannriegel, die 6 Zoll im Quadrat stark und zusammen 3 Toisen 3 Fuß lang sind und aus 7 Stücken bestehen, wovon die kürzesten 3 Fuß 6 Zoll, die längsten 6 Fuß lang sind; und 5 Hängesäulen, wovon jedes Stück 2 Fuß 6 Zoll lang und 6 Zoll stark ist. Die letztern werden um die halbe Stärke ausgeschnitten, damit immer ein Band oder Spannriegel durchgehe, und das eine oder das andre Band mit dem Ende hinein greife. In jede Hängesäule kommen zwei Schraubenbolzen von 14 Zoll Länge und 9 Linien Durchmesser. Auf jede Curve kommen 2 Knaggen von 4 Fuß 9 Zoll Länge und der Breite der Bänder und Spannriegel, auf welche letztere sie gelegt und genagelt werden. Der Obertheil derselben wird nach der Krümmung des Gewölbes abgerundet, und bleibt 10 Zoll von dem letztern entfernt, um Platz zur Schalung und zu den Keilen zu behalten. Das untere Ende jeder Curve wird auf jeder Seite auf eine 52 Fuß lange, 6 und 9 Zoll starke Schwelle gesetzt und einen Zoll tief in dieselbe eingelassen. Diese Schwelle wird auf Kragsteine gelegt, die zu diesem Ende an der ersten Schicht Gewölbsteine jeder Curve gegenüber gelassen werden, einen Fuß breit und 18 Zoll hoch sind, und 10 Zoll vorstehen. Die Curven werden unter einander durch 4 Reihen 3 und 4 Zoll starke Riegelhölzer erhalten, die auf die untern Bänder und Spannriegel gelegt und genagelt werden, und wovon an jede Seite des Spannriegels eine, und auf jedes der beiden Bänder eine schief zu liegen kommt. An Schalhölzern sind 13 Reihen von 51 Fuß Länge nöthig und jedes Stück ist 4 Zoll ins Gevierte stark und ohngefähr 6 Fuß lang. Diese Gewölbe werden nach der vorbeschriebenen Größe und Form erbaut. Die obern Gewölbsteine werden auch mit Keilen zusammengetrieben, und hernach mit Cementmörtel vergossen und verstrichen.

215. Sodann werden die übrigen Theile der Stirnpfeiler und die Mauern dahinter, die Kaimauern, die Pilaster in denselben, die Rampenmauern, und der größte Theil der Hintermauerung der Bogen aufgeführt, damit die Bogen sich ganz, oder wenigstens beinahe ganz, setzen können bevor die letzten Verlängerungen der Gewölbsteine und die Giebelansichten der Häupter versetzt werden.

216. Wenn sich zeigt, daß die Bogen sich nicht mehr setzen, so werden die Gewölbsteine in der Verlängerung der Lagerflächen vollends eingebracht, die Giebelfelder oder Laufschichten vor der Hintermauerung der Bogen versetzt, die Hintermauerungen zwischen den Häuptern vollendet, und alles, so wie die vorerwähnten Mauern, 34 Fuß 9 Zoll über dem niedrigsten Wasser abgeglichen. Indem das Mauerwerk des obern Theils der Brücke vollendet wird, muß darauf gesehen werden, daß Abhang und Abflüsse nach den Ausflußöffnungen in den Gewölben bleiben, wo die Abhänge 2 Zoll Fall auf die Toise haben. Da von der Last des hinzukommenden Mauerwerks die Bogen sich noch mehr setzen könnten,

Digitized by Google

so werden die Häupter in der Mitte drei Zoll höher gehalten, als auf den Pfeilern, d. h. sie werden 35 Fuß vom niedrigsten Wasserspiegel bis zur obern Seite der Schlußsteine hoch, deren Lagerfläche, wie gesagt, immer 5 Fuß hoch ist. Auch wird das Versetzen der letzten Schicht der Giebelfelder aufgeschoben. Alle Quadersteine werden mit Mörtel von Kalk und Cement vergossen und verstrichen, und die Bruchsteinmauer mit Sandkalk, wie schon vorher erinnert worden.

217. Wenn die Oberfläche des Mauerwerks der Brücke auch abgeglichen ist, so kommt darauf noch ein allgemeiner Ueberzug von kleinen Feldsteinen und Flußkieseln aus der Seine und von gutem Mörtel von Kalk und Cement, der nach denselben Verhältnissen zusammengesetzt ist, als der zum Mauerwerk. Dieser Ueberzug wird mit Sorgfalt gemacht, gut geschlagen und von oben mit der Kelle mehrere Mahle abgerieben, bis sich keine Risse mehr zeigen; er geht über die ganze Länge der Brücke bis hinter die Stirnmauern der Bogen über den Leinpfaden und über die ganze Breite derselben von einem Fußwege bis zum andern.

218. In diesem Zustande bleibt die Brücke vom Ende der Bauzeit an 6 Monate lang stehen, damit solche Zeit habe, sich zu setzen. Hierauf wird die letzte Schicht der Giebelansichten versetzt; die Oberkante derselben wird waagerecht durch die äußere Seite der Gewölbsteine gezogen und an den Schlußsteinen nur einen Zoll höher gehalten, da das Pflaster, die Fußwege und Geländermauern noch ein Setzen verursachen könnten. Sodann werden die Gewölbsteine und die Schicht im Giebelfelde bis zur gezogenen Höhenlinie abgehauen, darauf die Gesimse und die Geländer auf die Brückenhäupter und auf die Mauern an den Zugängen, mit Ausschluß der Deckplatten auf den Brückenhäuptern, versetzt. Während dieser Zeit wird zugleich gepflastert, die Verlängerungen der Ausgußröhren werden eingebracht und in jeder derselben drei Oeffnungen, jede 2 Zoll groß, in der Höhe des §. 217. beschriebenen Cementgusses, angebracht. Durch diese Oeffnungen, die mit kleinen Kieselsteinen zugedeckt werden, soll das Wasser, welches sich etwa unter dem Pflaster sammelt, abziehen. Auch werden die Fußwege der Brücke, die Stufen und die Abweiser auf vorerwähnte Art versetzt, wobei nur zu beobachten ist, daß die Fußwege, die Bänke und die Stufen auf eine mit der Brücke ein Stück ausmachende Untermauerung gesetzt werden.

219. Die Deckplatten der Geländermauern auf den Brückenhäuptern kann man zu Ende derselben Bauzeit auflegen, in welcher die Geländermauern versetzt werden. Das Lager derselben wird nachgehauen, so wie es wegen des etwa erfolgten Setzens der Brückenhäupter nöthig ist, damit die Oberkante dieser Deckplatten auf die ganze Länge der Brücke genau waagerecht zu liegen komme.

220. Diese Deckplatten müssen, wie schon gesagt, aus so langen Stücken als möglich bestehen. An den Enden werden sie durch 8 Zoll breite, 3 Zoll lange, nach einem Bogenstück abgerundete Zapfen verbunden, die durch die 2 untern Theile der Höhe gehen, damit die Fuge oben rechtwinklicht sei. Alle diese Steine werden mit Cement vergossen und verstrichen.

221. Die Sockel auf den Pilastern werden zugleich mit den Geländermauern aufgebracht. Dazu werden die größten und besten Steine, die sich nur in den Steinbrüchen fin-

finden und fortgeschafft werden können, genommen, und Verband mit den Geländern gehalten *).

222. Am Ende jeder Bauzeit werden die Mauergüsse zur Bedeckung gemacht, Stroh aufgelegt und mit Steinabgängen belastet, so wie es gerade nöthig ist, um während des Winters bis zum Wiederanfang der Arbeiten das Mauerwerk, die Quadersteine und die Lehrbogen vor dem großen Wasser und dem Froste zu schützen.

223. Nach Wegnahme der Lehrbogen werden die Kragsteine und die übrigen Vorsprünge und sonstigen hervorstehenden Theile abgehauen, alles nachgeputzt und nochmals verstrichen, wie dies früher beschrieben worden. Hierzu werden leichte fliegende Gerüste genommen, die, wo es sich thun läßt, auf Schiffe gestellt werden. Die Häupter und die übrigen Stirnflächen der Brücke und der anliegenden Mauern werden gleichfalls nachgeputzt und nachmals verstrichen; alles reinlich und fleißig.

224. Vor jeden Leinpfadbogen auf der untern Seite, an der Ecke nach dem Flusse zu, kommt eine 4 Fuß hohe, 15 Zoll im Durchmesser starke Walze zu stehen, damit der Bogen nicht durch die Leinen der stromauf fahrenden Schiffe beschädigt werde, und letztere sich durch das Reiben an den Steinen nicht abnutzen. Diese Walzen erhalten Zapfen, werden mit eisernen Schienen und Ringen beschlagen, und durch Pfannen und Klammern, welche tüchtig mit Blei vergossen werden, in senkrechter Lage erhalten, wie solches in einer auszuhändigenden Zeichnung angegeben sein wird.

225. Nach dem oben Gesagten sollen in einem Jahre die Lehrbogen aufgestellt und alle 5 Bogen geschlossen werden; allein wenn unvorhergesehene Hindernisse und Umstände dies nicht erlauben sollten, so müssen die nöthigen Vorsichtsmaaßregeln getroffen werden, um das, was fertig ist, vor dem großen Wasser und dem Eise zu bewahren.

226. Zu diesem Ende wird jede Curve der Lehrbogen gegen die Vorsprünge, die nach §. 191. über der 2ten und 3ten Hängesäule an den 16ten und 23sten Reihen Gewölbsteine auf jeder Seite der Bogen stehen gelassen worden, gespreißt und befestigt; was übrigens auch außerdem nöthig ist, um sich vor einem etwa eintretenden großen Sommerwasser zu sichern.

227. Im Fall die Arbeit am Ende der Bauzeit noch zu sehr in Rückstand wäre, um die Bogen schließen zu können **), werden die Pfähle zu den Gerüsten auf die mittlern 12 Toisen jedes der beiden Bogen über den Hauptarm des Flusses ausgezogen. Die übrigen, welche unter den Bogen stehen bleiben, sollen das Eis von dem untern Theile der Lehrbogen abhalten. Zudem werden auch die letzten Schichten Gewölbsteine unter einander abgesteift, und die Maschinen und Geräthschaften, der Belag und die Bohlen auf den übrigen Theilen der Gerüste, und die andern Zimmerstücke, die dem Angriff des Wassers am mehrsten ausgesetzt sind, weggeschafft.

228. Das eigene Gewicht der Theile der Curven, die aus dem höchsten Wasser noch herausstehen, würde allein schon ohne die Last der darauf gelegten Gewölbsteine hinreichend sein, zu verhindern, daß jene vom Wasser weggerissen werden könnten, und das Absteifen

*) Dieselben sind jeder aus einem einzigen Stein gemacht worden.

**) Da diese Arbeit in der Bauzeit nicht hat beendigt werden können, so ist dies im folgenden Jahre geschehen, wie solches in diesem §. vorausgesehen war.

dieſer Curven gegen die vorerwähnten Vorſprünge würde ſie gegen die Wirkungen des Waſſerſtoßes ſchützen; wobei das Ganze wie eine hölzerne Brücke angeſehen werden könnte, für die um ſo weniger zu fürchten wäre, als der Arm auf der Seite von Neuilli dann ganz frei iſt.

229. Endlich werden die Gewölbe im folgenden Jahre beendigt, nachdem die erforderlichen Gerüſte hergeſtellt, und die etwa eingenommenen Krahne und andere Maſchinen wieder in Stand geſetzt worden ſein werden.

Futtermauern und Dämme.

230. Es werden 670 laufende Toiſen Futtermauern gebaut, um die hohen Ufer vor den Leinpfaden und den Auffüllungen zu beiden Seiten der Brücke zu erhalten, nämlich auf der Seite von Neuilli oberhalb der Brücke 175 Toiſen, unterhalb derſelben 125 Toiſen, und auf der Seite von Courbevoie oberhalb der Brücke 110 Toiſen, und 260 Toiſen unterhalb.

231. Dieſe Futtermauern kommen mit den Kai- und Rampenmauern auf 75 Toiſen, von der reinen Mauer der Pilaſter in den Stirnpfeilern an bis 5 Toiſen über die Sockel der Rampenmauern hinaus, gleichlaufend zu liegen. Der erſte Theil auf der Seite von Neuilli oberhalb der Brücke macht dann einen Winkel von 156 Grad mit dem folgenden Theile, der queer durch den Fluß geht, und einen Damm von 110 Toiſen Länge bis zum hohen Ufer bildet.

232. Der zweite Theil auf derſelben Seite unterhalb wird nach einem Winkel von 170 Grad auf 60 Toiſen verlängert.

233. Der dritte Theil wird 30 Toiſen lang nach einem Winkel von 170 Grad vom Flußbette abwärts laufend, ſo wie die beiden vorigen Theile, und darauf 15 Toiſen lang, gleichlaufend mit der Verlängerung der Rampenmauer, fortgeſetzt.

234. Der vierte und letzte Theil wird um 65 Toiſen verlängert und bildet einen Winkel von 173 Grad. Das letztere Stück wird auch unter einem Winkel von 178 Grad um 130 Toiſen verlängert, alle Linien nach dem Fluſſe zu laufend. Die Winkel, die dieſe verſchiedenen Linien mit einander machen, werden nach einem Bogenſtück ausgerundet, deſſen Halbmeſſer 30 Toiſen lang iſt.

235. Zuerſt wird eine Reihe Pfähle geſchlagen, deren Mittellinie 18 Zoll von der Stirnfläche der Pilaſter in den Stirnpfeilern nach innen zu fällt. Dieſe Pfähle werden 18 Zoll von Mitte zu Mitte von einander mit einem 600 Pfund ſchweren Rammbär eingeſchlagen, und hernach waagerecht, wenigſtens einen Fuß unter dem kleinſten Waſſer, abgeſchnitten. An die obern Enden dieſer Pfähle werden 4 Zoll lange, 2 Zoll ſtarke Zapfen nach einem Schnurſchlag geſchnitten, der ſo wenig als möglich von der Mitte der Pfähle abweichen muß, wobei dann die Oberkante des Holms 6 Zoll unter den niedrigſten Waſſerſtand zu liegen kommt. Dieſe Holme werden auf einen Fuß Länge um die halbe Stärke über einander geblattet, und zwar jedesmahl ſo, daß die Stöße auf die Mitte eines Pfahls treffen und letztere mit einem 8 Zoll langen Zapfen durchgehen, während die andern nur 4 Zoll lang ſind, weshalb jene Pfähle 4 Zoll höher abgeſchnitten werden. Ueber jeden Stoß wird eine eiſerne, 2 Fuß lange, 2 Zoll breite und 6 Linien ſtarke Schiene gelegt, die an jedem Ende um 1 Zoll in der Breite in Form eines Schwalbenſchwanzes zu-

Digitized by Google

nimmt, in das Holz eingelaſſen, und auf jedes Stück des Holms mit 3 eiſernen, 4 Zoll langen, 4 Linien ſtarken Nägeln mit Widerhaken feſtgenagelt wird.

236. Neun Fuß hinter dieſer Reihe Pfähle wird gleichlaufend mit derſelben eine zweite geſchlagen, in der die Pfähle 3 Fuß von Mitte zu Mitte auseinander zu ſtehen kommen, und mit dem kleinſten Waſſer gleich hoch abgeſchnitten werden. Die Zahl aller dieſer Pfähle iſt 4020.

237. Hinter dieſe letztere Reihe Pfähle, $4\frac{1}{2}$ Zoll tiefer als die Oberkante der Holme, kommt eine Reihe Riegelhölzer zu liegen, die an jeden Pfahl mit einem eiſernen, 1 Fuß langen, 1 Pfund ſchweren Nagel befeſtigt werden.

238. Die Zangen zur Erhaltung der Entfernung der erſten Reihe Pfähle kommen 6 Fuß auseinander und mit der Oberkante der Holme in eine Flucht zu liegen. Sie werden an dem einen Ende mit einem Schwalbenſchwanz von der halben Stärke des Holzes in die Holme gelegt, und an dem andern Ende um die halbe Stärke auf die Riegelhölzer geſchnitten, und auf dieſelben mit 9 Zoll langen, 3 Viertelpfund ſchweren Nägeln aufgenagelt.

239. Die weiche Erde oder der feine Sand zwiſchen der äußern Reihe Pfähle und dem feſten Boden wird auf 4 Fuß mittlere Breite ausgegraben und weggeſchafft, und der dadurch entſtehende Raum hernach trocken oder ohne Mörtel mit Bruchſteinen ausgeſchlagen, die groß genug ſind, um nicht zwiſchen den Pfählen durchgehen zu können. Dieſe Bruchſteine müſſen bis zur Oberkante der Holme reichen; die letzte Lage derſelben muß hinten wenigſtens einen Fuß ſtark ſein, und auf die hohe Kante bündig mit den Zangen und dem Holme eingelegt werden. In den Theilen, welche in das Flußbette treten, wird dieſe Lage Bruchſteine höher als an den andern Stellen; im Durchſchnitt kann eine halbe Cubiktoiſe auf die laufende Toiſe gerechnet werden. An den dazu paſſenden Stellen wird der Raum hinter dieſem Mauerwerk mit gut geſchlagener Dammerde ausgefüllt.

240. Um das Abſchneiden der Pfähle und das Aufbringen der Holme der Riegelhölzer und der Zangen zu erleichtern, werden kleine Fangedämme von Dammerde und Raſen an den Stellen, wo es nöthig iſt, angelegt, und das dahinter befindliche Waſſer wird mit Eimern und Schaufeln bis 18 Zoll unter dem niedrigſten Waſſerſtande ausgeſchöpft.

241. Das Erdreich oberhalb dieſer Pfahlreihen wird hierauf 27 Zoll hinter der innern Seite der Holme gleichlaufend mit dieſen nach einem Winkel von 45 Grad abgeböſcht. Zu dieſem Ende wird an den Stellen, wo es nöthig iſt, auf- oder abgetragen. Die aufgefüllte Erde muß gute Dammerde ſein, und wird ſolche bis auf 6 Fuß Breite in Lagen von 6 Zoll Höhe mit der Handramme geſtampft und gehörig eingerichtet, ſo daß die Bekleidungsmauer bis 17 Fuß 6 Zoll hoch über dem niedrigſten Waſſerſtande darauf aufgeführt werden kann, und dieſelbe bis einen Fuß unter den Leinpfad reicht.

242. Indem auf dieſe Art die Böſchung des Erdreichs aufgeführt und in Ordnung gebracht wird, wird zugleich die Bekleidungsmauer von harten ausgetrockneten Bruchſteinen, unten 21 Zoll, oben 15 Zoll ſtark, trocken aufgeführt, und zwar in einem ſolchen Verbande, daß die Fugen queer durchgehen und nicht waagerecht durchlaufen. Die Bruchſteine müſſen hinten wenigſtens 12 Zoll ſtark, platt und lagerhaft ſein, am Kopfe geſpitzt und ſenkrecht auf die Böſchung geſetzt werden. Die Fugen werden mit Abgängen von harten Stei-

nen verzwickt und das Ganze mit dem Hammer befestigt, indem die Bruchsteine unter einander zusammen und gegen die Erde getrieben werden.

243. Auf diese Mauern kommt noch eine Schicht rauher Werkstücke, die 18 Zoll hoch und breit und wenigstens 4′ lang sind. Diese Werkstücke werden an den Enden rechtwinklicht behauen und auf den Stirnflächen gespitzt, von welchen letztern die eine, nach der Richtung der Böschung gemessen, einen Fuß hoch, und die andere, die in die Oberfläche des Leinpfades fällt, 18 Zoll breit wird. Diese Schicht und die Mauer auf die zwei letzten Fuß Höhe wird mit gutem Mörtel von Kalk und Sand gemauert.

244. Die Enden der Bekleidungsmauern werden ebenfalls von rohen Werkstücken in den Stirnflächen und von Bruchsteinen dahinter aufgeführt. Jedes dieser Stücke wird überhaupt 6 Fuß lang, auf der Seite in der Mauer mit Läufern und Bindern, die 1 Fuß tiefe Verzahnung bilden, auf der äußern Seite gerade im Durchschnitt 3 Fuß stark, ebenfalls mit Mörtel von Kalk und Sand aufgemauert. Der obere Winkel wird abgerundet, um dem Angriff der Seile von den Schiffen weniger ausgesetzt zu sein.

245. Der Theil dieser Bekleidungsmauern von 110 Toisen Länge, der an den Queerdamm durch den auszufüllenden Arm auf der Seite von Neuilli zu stehen kommt, wird nicht eher gemacht, als bis der Stromstrich seine neue Richtung erhalten hat.

246. Um diesen Arm des Flusses abzuschneiden, werden mit dem Anfange der Bauzeit, und sobald das Wasser es erlaubt, 2 Reihen Pfähle von derselben Form und in denselben Entfernungen, als die unter den Uferbekleidungsmauern, in der §. 231. angegebenen Richtung geschlagen. Hierzu werden die besten Pfähle aus den Fangedämmen und Nothbrücken genommen, solche mit einem 800 bis 900 Pfund schweren Bär eingeschlagen, bis sie nicht mehr ziehen, wobei die Rammen auf Schiffe gesetzt werden, und die Pfähle 6 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande abgeschnitten. Dagegen kommen Riegelhölzer, und auf diese Zangen; auch wird alles so verbunden und verbolzt, wie vorhin bei den Fangedämmen beschrieben worden.

247. Auf diese Zangen wird mit den schon gebrauchten Bohlen von den Gerüsten und Nothbrücken ein neues Gerüste angefertigt.

248. Mit dem Einschlagen der Pfähle wird von beiden Enden des Dammes angefangen, und nach der Mitte des Flusses zu gegangen, die Riegelhölzer und Zangen aber immer zugleich mit eingebracht. Hierauf wird vor diesen Pfählen alles auf einmahl mit Faschinen von dünnem Holz und Laub, mit eingebundenen Bruchsteinen, ausgefüllt, und Mist vor die Stellen, wo es nöthig ist, geworfen, vor welche wieder Füllerde zu liegen kommt. Alle diese Arbeiten werden mit möglichster Schnelligkeit betrieben, wozu das Gerüste auf dem Damme und eine hinreichende Anzahl von Schiffen, die mit jenen verschiedenen Materialien beladen sind, dienen werden.

249. Sobald der Fluß abgedämmt ist, wird der Damm hinter dem Stirnpfeiler bis 2 Fuß über dem höchsten Wasserstande, wie nachher angegeben werden wird, geschüttet. Hierauf wird der Damm queer durch den Fluß erniedrigt; die Pfähle werden 18 Zoll unter dem kleinsten Wasser abgeschnitten, die Riegelhölzer und Zangen tief genug gelegt, und auf dem Damme die Uferbekleidungsmauer in der vorbeschriebenen Größe und Art aufgeführt.

250. Während der Erbauung der neuen Brücke bedient sich das Publicum der alten Brücken bei Neuilli, deren Unterhaltung dem Herrn Marquis von Hautefort wegen des

Digitized by Google

Zolles, der hier für seine Rechnung erhoben wird, obliegt. Nachher werden diese Brücken abgetragen. Die Materialien können dem Herrn Marquis von Hautefort zurückgegeben werden, da derselbe die Einnehmungskosten trägt; weshalb hiervon früher nichts erwähnt worden ist.

Bedingungen, die der Unternehmer einzugehen hat.

251. Der Unternehmer, dem der Bau zugeschlagen wird, macht alle Arbeiten genau nach den im gegenwärtigen Entwurfe enthaltenen Vorschriften, und nach den Regeln der Kunst, die auf jeden §. desselben anwendbar sind, richtet sich auch nach den Linien, die ihm auf der Baustelle selbst abgeschnürt, und nach den Zeichnungen vom Ganzen und von den einzelnen Theilen, die ihm ausgehändigt werden, schafft alle Materialien an und läßt sie bis auf die Baustelle bringen. Derselbe bezahlt alles Arbeits- und Tagelohn, und besorgt alle Geräthschaften, als große und kleine Krahne, Rammen, Bagger, Wagen, Blockwagen, Schiebkarren, Nothbrücken, Gerüste, Schiffe zur Anfuhre der Materialien und zum Uebersetzen der Arbeiter, Werkzeuge aller Art, Tau- und Seilwerk; ferner bezahlt er die Steinmetzen, Rechnungsführer, Aufseher und Wächter, welche Tag und Nacht die Bauplätze bewachen müssen, die übrigens mit Graben und Geländern auf die schicklichste Art eingeschlossen werden. Die Materialien schafft er in hinreichender Menge wenigstens ein Jahr voraus an, und überhaupt alles, was bis zur Vollendung und Abnahme der Arbeit erforderlich sein möchte.

252. Beim Ausgraben der Fundamente der Brücke bleiben so viel Arbeiter, daß dieselben im Nothfall zum Wasserschöpfen oder zu andern Arbeiten angestellt werden können; gegentheils sollen die Arbeiter, die zu einer oder der andern Zeit bei der Brücke selbst nicht gebraucht werden können, bei den Erdarbeiten angestellt werden, wo sie sowohl beim Ausgraben als beim Fortschaffen der Erde in Verding arbeiten können. Diese Bedingung wird auch dem Unternehmer gemacht, dem durch einen besondern Verding die Erdarbeiten an der Brücke und die Einrichtung der Wege nach derselben überlassen werden.

253. Sollte man es für zweckmäßig halten, die Mittel- und Stirnpfeiler mit Sinkstücken zu gründen, so wird dies dem Unternehmer ein Jahr zuvor bekannt gemacht, und demselben über diese Bauart Zeichnungen und Vorschriften mitgetheilt, wonach sich derselbe richten muß.

254. Der Unternehmer kann die ihm übertragenen Arbeiten weder ganz noch zum Theil an einen Andern abtreten, ohne dazu schriftlich ermächtigt zu sein.

255. Wenn in Hinsicht der fraglichen Arbeiten Schwierigkeiten sich finden oder Streitigkeiten sich erheben sollten, so kann der Unternehmer sich deshalb nur bei dem Hrn. Brücken- und Chaussee-Commissarius beschweren, und soll über dergleichen Schwierigkeiten oder Streitigkeiten beim Finanzbüreau entschieden werden.

256. Sollten während des Baues hier und da mehr oder weniger Arbeiter nöthig werden, so werden die desfallsigen Preise nach dem bei dem Verding zum Grunde gelegten bestimmt. Ein Gleiches findet in Betreff derjenigen Materialien Statt, die weiter oder näher, als hier angenommen worden, angefahren werden müssen.

Digitized by Google

257. Die Steinmetzen, die Polirer und die vorzüglichsten Arbeiter müssen vor ihrer Anstellung in Hinsicht ihrer Kenntnisse und Aufführung vom Baumeister geprüft und für tüchtig befunden werden.

258. Der Unternehmer muß vom Anfang der Arbeit an, und während der ganzen Dauer derselben, einen Vorschuß von 60000 Franken machen, der ihm nach Abnahme des Baues ohne Zinsen zurückgezahlt wird.

259. Der Unternehmer erhält alle genannten Gegenstände bis zur Abnahme des Baues, die erst ein Jahr nach Beendigung desselben vorgenommen wird, in gutem Stande. Er schafft alle etwa übrig bleibenden Materialien weg, damit die Bauplätze und die Brücke frei und rein überliefert werden; auch verbleiben demselben alle Materialien, Geräthschaften und Werkzeuge, die nach vollendetem Brückenbau noch vorhanden sind, mit Einschluß der Materialien, die aus den Niederlage-, Schmiede- und andern Gebäuden, die derselbe bauen läßt, erfolgen.

260. Der Unternehmer stellt gute und hinlängliche Bürgschaft für die Königl. Gelder und die Güte des Baues, für welche er nach dem Herkommen stehen muß. Er übernimmt auch die Kosten seines Verdings und der Ausfertigung der Zahlungsverfügungen beim Finanzbüreau.

So geschehen auf Befehl des ordentlichen Staats- und Königl. Raths, auch Finanz-Intendanten Herrn Trudaine, durch den unterzeichneten Ober-Brücken- und Wege-Ingenieur.

Paris, den 15. Julius 1767.

Unterz. Perronet.

Entwurf

zur Anlegung von 4300 laufenden Toisen Wegen und Erddämmen zu beiden Seiten der neuen steinernen Brücke bei Neuilli.

Dieser Entwurf zerfällt in drei Abschnitte. Der erste betrifft die Richtung, die Breite und das Gefälle der Wege und Dämme; der zweite das Pflaster, und der dritte die Baumpflanzungen.

Erster Abschnitt.

Richtung, Gefälle und Breite der Wege und Dämme.

1. Der Weg zu beiden Seiten der steinernen Brücke bei Neuilli fällt in die Verlängerung der Richtung derselben. Das Stück auf der Seite von Neuilli erhält für jetzt vom Brückenpflaster an bis zu der Stelle, wo die Auffüllung aufhört, 313 Toisen 4 Fuß 6 Zoll Länge.

2. Von der jetzigen Straße nach dem erwähnten Stück wird vorläufig, von dem Platz bei dem Kreuzhügel diesseit Neuilli an, ein Verbindungsweg von 190 Toisen Länge angelegt.

Digitized by Google

3. Der Theil jenseit der Brücke vom Brückenpflaster an bis auf die Höhe, auf welcher Chantecoq liegt, wo ein Stern mit 6 Enden, von denen die übrigen Wege ausgehen, angelegt werden soll, wird 496 Toisen 4 Fuß 6 Zoll lang.

4. Die Hauptstraße geht hernach links fort, in einer Richtung, die verlängert die Mitte des einen Flügels der Caserne in Courbevoie schneidet. Dieser Theil wird 622 Toisen lang und endigt sich da, wo derselbe die Richtung des ansteigenden Theils des Weges bei Nanterre schneidet, nachdem der letztere auf 175 Toisen verlängert worden.

5. Die Linie, welche auf die Caserne in Courbevoie trifft, wird bis zum Mittelpunkt des halben Mondes, der vor der Caserne angelegt werden soll, 300 Toisen lang.

6. Der Weg wird in der Richtung der Brücke vom Mittelpunkt des Sterns an bis zu einem Queerwege von Courbevoie nach Nanterre auf 110 Toisen verlängert.

7. Vom Mittelpunkt des Sterns an wird rechts von der Hauptstraße, in einer geraden Linie von 949 Toisen 4 Fuß Länge, bis zur Ecke des Kaninchen-Gartens bei Colombe, welcher auch Thürmchen-Garten heißt, ein Weg angelegt, der sich hier mit dem jetzigen Wege nach Besons vereinigt.

8. Dieser Weg wird in derselben Richtung, auf 200 Toisen vom Mittelpunkt des Sterns an, nach Puteaux zu verlängert.

9. Die Wege längs den Rampenmauern zu beiden Seiten der Brücke werden jeder 36 Fuß in der Krone breit, von den Geländermauern der bemerkten Rampen an gemessen. Sie verbinden sich mit den Brückendämmen im Kreisbogen, deren Halbmesser für den obern Theil 8 Toisen lang sind.

Längen-Gefälle der Wege.

Hauptstraße.

10. Der Verbindungsweg zwischen der alten und neuen Straße, der von dem Platze vor dem Kreuzhügel diesseit Neuilli angehen soll, läuft in einerlei Neigung nach dem gewachsenen Boden fort.

11. Der folgende Theil der Hauptstraße kommt waagerecht mit dem Brückenpflaster zu liegen, welches 37 Fuß über dem kleinsten Wasserstande angelegt wird; dieses waagerechte Stück geht bis auf 159 Toisen 4 Fuß 6 Zoll jenseit des Brückenpflasters, wo dieses den jetzigen Weg trifft, aber 15 Fuß über demselben bleibt.

12. Vom Ende der vorbeschriebenen waagerechten Linie an steigt der neue Weg bis auf die Höhe, auf welcher Chantecoq liegt. Dies Stück ist bis zum Mittelpunkt des Sterns 317 Toisen lang, hat 2 Zoll 4 Linien Steigung auf die laufende Toise, und liegt im Endpunkte 4 Fuß 1 Zoll über dem gewachsenen Boden. Die höchste Auffüllung, 96 Toisen vom Fuße der ansteigenden Stelle entfernt, ist 36 Fuß 6 Zoll 11 Linien hoch, und der stärkste Abtrag, 132 Toisen weiter, beträgt 11 Fuß 4 Zoll 9 Linien.

13. Die vierte Linie hat 1 Zoll 1¼ Linie Steigung auf die laufende Toise und wird 316 Toisen lang. Diese Linie liegt am Ende 2 Fuß 7 Zoll 6 Linien über dem gewachsenen Boden. Die Auffüllung ist am höchsten im Anfange der Linie, nämlich 4 Fuß 1 Zoll.

Digitized by Google

Der ſtärkſte Abtrag iſt von hier in 72 Toiſen 4 Fuß Entfernung und beträgt 2 Fuß 7 Zoll 11 Linien.

14. Die fünfte Linie erhält $6\frac{11}{12}$ Linien Steigung auf die Toiſe; dieſelbe wird bis dahin, wo ſie die Verlängerung der Richtung des Wegs von Nanterre ſchneidet, 106 Toiſen 4 Fuß lang, und hier 1 Fuß 6 Zoll über dem gewachſenen Boden hoch. Die Auffüllung iſt beim Anfang am höchſten; Abtrag findet nicht Statt.

15. Die ſechste und letzte Linie ſteigt 3 Linien auf die Toiſe, und ihre Länge beträgt 175 Toiſen. Dieſe Linie hört da auf, wo ſie mit der Hauptſtraße zuſammentrifft, und liegt hier mit dem Pflaſter derſelben gleich hoch. Der Auftrag iſt beim Anfang am ſtärkſten; Abtrag findet nicht Statt.

Weg nach Beſons.

16. Die erſte Linie hat 1 Fuß 7 Linien Fall auf die Toiſe. Ihre Länge vom Mittelpunkte des halben Mondes, wo der ſtärkſte Auftrag iſt, beträgt 166 Toiſen. Die Linie kommt am Ende, wo der ſtärkſte Abtrag iſt, 1 Fuß 11 Zoll 10 Linien unter den gewachſenen Boden zu liegen.

17. Die zweite Linie hat 4 Linien 2 Skrupel Fall auf die Toiſe, wird 343 Toiſen 4 Fuß lang, und hört 1 Fuß 6 Zoll über dem gewachſenen Boden auf. Der Abtrag iſt am Anfang der Linie am ſtärkſten, und der Auftrag, 203 Toiſen 4 Fuß weiter hin, 2 Fuß 7 Zoll 5 Linien hoch.

18. Die dritte Linie erhält 1 Zoll 3 Linien Fall auf die Toiſe, wird 180 Toiſen lang, endigt ſich 1 Zoll 4 Linien über dem gewachſenen Boden, wird ganz aufgefüllt, am höchſten 150 Toiſen vom Anfangspunkte, nämlich 2 Fuß 1 Zoll.

19. Die vierte und letzte Linie hat eine Viertellinie Fall auf die Toiſe, wird 260 Toiſen lang, und läuft im gewachſenen Boden da, wo ſie den jetzigen Weg nach Beſons trifft, aus; ſie wird ganz aufgefüllt, am ſtärkſten 213 Toiſen vom Anfangspunkte, nämlich 2 Fuß 2 Zoll 7 Linien.

Strahlen des Sterns in der Verlängerung der vorbeſchriebenen Straßen und Wege.

20. Dieſe durch Wege gebildeten Strahlen werden zuſammen 610 Toiſen lang. Das Gefälle derſelben wird nicht genau in Ordnung gebracht; es ſollen vielmehr nur die Ungleichheiten derſelben geebnet werden, was hinreichend ſein wird, um ſie brauchbar zu machen, da der Boden im Ganzen ziemlich eben iſt *).

Breite der Wege.

21. Der Verbindungsweg zwiſchen der alten und neuen Straße wird 10, und die Hauptſtraße bis zum Stern 36 Toiſen breit; der übrige Theil der letztern wird bis dahin, wo

*) Derjenige von dieſen Strahlen in der Verlängerung der auf die Fronte der Tuillerien führenden Straße ſoll bis gegen Nanterre über, und von da vermittelſt einer Biegung und einer zweiten geraden Linie, die wie die erſte zwei Lieues lang wird, nach Saint Germain geführt werden.

Digitized by Google

wo dieſelbe die Verlängerung der Richtung des Wegs nach Nanterre ſchneidet, 28 Toiſen breit; dieſe Breite nimmt in der zuletzt gedachten Verlängerung auf 110 (10?) Toiſen ab.

22. Der Theil jenſeit des Sterns in der Verlängerung der Richtung der Brücke wird ebenfalls 36 Toiſen breit, wie der erwähnte Theil der Hauptſtraße.

23. Sowohl der auf die Straße nach Beſons führende Weg, als auch die beiden andern Strahlen des Sterns, werden ſämmtlich 28 Toiſen breit.

24. Der Stern auf der höchſten Stelle der Höhe vor Chantecoq erhält 120 Toiſen im Durchmeſſer.

25. Da, wo die beiden Richtungen der alten Straße zuſammentreffen, wird ein kreisrunder Platz von 74 Toiſen Durchmeſſer, und am andern Ende derſelben vor der Caſerne ein Halbkreis von 37 Toiſen Halbmeſſer angelegt.

26. Die Wege längs den Rampenmauern der Brücke haben eben ſo viel Fall, als die Oberkante der Mauern ſelbſt, nämlich 4 Zoll 4 Linien auf die Toiſe.

27. Die hier vorangegebenen Maaße der Breite der Wege gelten für den Raum zwiſchen den Gräben, für die Krone bei Auftrag, oder die Sohle bei Abtrag, wenn keine Gräben gehoben werden. Ein Gleiches findet bei dem Sterne, dem kreisrunden Platze und dem halben Monde Statt.

Queergefälle der Wege.

28. Das Queergefälle der Seitenwege der Hauptſtraße in dem Theile, der in die Richtung der Brücke und waagerecht mit derſelben zu liegen kommt, beträgt 12 Zoll auf 6 Toiſen auf jeder Seite, von den Bordſteinen des Pflaſters an bis auf 8 Toiſen von der Mitte des Weges, wo, wie nachher vorkommen wird, die erſte Reihe Bäume gepflanzt werden ſoll. Die beiden Seitenalleen werden 8 Toiſen breit und erhalten 6 Zoll Wölbung. Die Fußwege jenſeit der letzten Reihe Bäume erhalten auch 3 Zoll Wölbung und werden 12 Fuß breit.

29. Die Seitenwege des folgenden Theils nach der Höhe von Chantecoq zu bis zum Stern haben 15 Zoll Fall auf 5 Toiſen Breite, von den äußern Bordſteinen der gepflaſterten Kunſtſtraße an bis auf 8 Toiſen von der Mitte des Wegs, wohin die erſten Reihen Bäume zu ſtehen kommen. Die Seitenalleen und die Fußwege in dieſem Theile erhalten die vorher für dieſelben angegebenen Wölbungen und Gefälle.

30. Die Oberfläche des Sterns wird regelmäßig und nach Maaßgabe der vorerwähnten Steigungen der drei verſchiedenen Wege, die von demſelben ausgehen ſollen, geebnet. Sein Durchmeſſer bis zur erſten Reihe Bäume iſt 100 Toiſen groß; die Seitenallee wird 8 Toiſen, nnd der Fußweg außerhalb der letztern 2 Toiſen breit.

31. Die Seitenwege des folgenden Theils der Hauptſtraße bis zum halben Mond und der auf den Weg nach Beſons führenden Seitenſtraße erhalten jede 10 Zoll Gefälle auf 31 Fuß 6 Zoll Breite, von den Bordſteinen des Pflaſters an bis auf 7 Toiſen von der Mitte der gedachten Wege auf jeder Seite, wo die erſten Reihen Bäume gepflanzt werden. Die Seitenalleen, welche 7 Toiſen breit werden, erhalten 6 Zoll Wölbung. Die Fußwege werden nach ihrer Breite von 6 Fuß waagerecht abgeglichen.

32. Die Seitenwege des übrigen Theils der Hauptſtraße und des Verbindungswegs dieſſeit Neuilli erhalten jeder 7 Zoll Fall bis zu den Gräben.

33. Die Richtungen und das Gefälle der Wege werden an ihren äußern Enden mit ſtarken Pfählen bezeichnet, die eingerammt und in Mauerwerk mit Sandkalk befeſtigt werden. Dies Mauerwerk wird bis zur Oberkante der Pfähle, wenn dieſelben nicht zu hoch ſind, aufgeführt. An den abzutragenden Stellen werden Gruben gemacht, in welchen dieſe Lehren angebracht und bis zu Ende des Baues ſorgfältig erhalten werden.

Erdarbeiten.

34. Von der Oberfläche der Inſel bei Neuilli, welche überhaupt 42455 Quadrattoiſen enthält, ſollen 35587 Qu. Toiſen wegfallen. Dazu wird das Erdreich bis auf einen Fuß unter dem kleinſten Waſſerſtande ausgegraben und weggeſchafft, damit der ganze Strom hier durch den Arm gehe, der zur Schifffahrt dient und über welchen die Brücke gebaut werden ſoll. Der ganze Abtrag beträgt 85586 Cubiktoiſen in dem Theile oberhalb der neuen Brücke, und 47975 Cubiktoiſen in dem Theile unterhalb derſelben. Von dieſem Erdreich werden 28176 Cubiktoiſen 150 Toiſen im Durchſchnitt weit geſchafft, um damit allen Auftrag zu den Dämmen und Rampen vor der Brücke auf der Seite von Neuilli zu machen, und 19018 Cubiktoiſen im Durchſchnitt 160 Toiſen weit zu den Aufträgen auf der andern Seite. Der Auftrag hört bei der jetzigen Straße nach St. Germain auf, wo der waagerechte Theil des neuen Weges ausläuft. Die ſodann von dem Abtrag noch verbleibenden 38367 Cubiktoiſen werden zu einem Deich, der in der Einmündung des Arms auf der Seite nach Neuilli zu geſchüttet werden ſoll, zur Ausfüllung dieſes Arms bis zum neuen Straßendamm und eines Stückes deſſelben ſtromabwärts, aber auch zur Erhöhung des bleibenden Theils der Inſel verwendet. Der Theil der überhaupt abzutragenden 85561 Cubiktoiſen, welcher unter Waſſer ausgegraben werden muß, beträgt 8896 Cubiktoiſen, wobei auf 18 Zoll mittlere Höhe, mit Einſchluß von 1 Fuß unter dem niedrigſten Waſſerſtande, gerechnet iſt.

35. Das Erdreich zur Auffüllung hinter dem Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie wird von der Spitze der Inſel genommen, und mit Marnekähnen auf das andre Ufer des Fluſſes geſchafft, zu welchem Ende dieſe Kähne mit Verdecken verſehen werden.

36. Das übrige Erdreich wird in Schub- und Kippkarren und in andern Wagen weggefahren, um den Damm auf der Seite von Neuilli zu ſchütten und den Stromarm auszufüllen, wie ſolches vorher geſagt worden. Dies geſchieht indeß nicht eher, als bis der Deich in der Einmündung dieſes Arms aufgeführt iſt. Vorher kann der bleibende Theil der Inſel erhöhet werden.

37. Das Erdreich wird von der Inſel nach und nach ſo weggeſchafft, wie es am zweckmäßigſten zur Erhaltung der Bauplätze und für die Arbeiten an der Brücke ſelbſt iſt. Zuvörderſt wird das Erdreich bis zum gewöhnlichen Waſſerſtande abgegraben, und hernach werden immer die günſtigſten Zeitpunkte benutzt, um mit dem Abtrag ſo weit als möglich, (d. h. wenn es angeht,) bis zum niedrigſten Waſſerſtande zu gehen. Das dann noch übrig bleibende Erdreich wird auf leichten, von einem Orte zum andern zu ſchaffenden Gerüſten von Böcken und Belagbohlen ausgebaggert und weggebracht. Es können auch Bagger auf Schiffe geſetzt und Kanäle in der Richtung des Stromſtrichs angelegt werden, um die Erde in andre kleine Fahrzeuge laden zu können, je nachdem es am beſten paßt. Die Erde, der Sand und der Schlamm, der unter dem Waſſer herausgeholt wird, wer-

Digitized by Google

den vorzugsweiſe in den auszufüllenden Stromarm, und zwar zu beiden Seiten des Brückendammes, gebracht.

38. Um den Theil der Hauptſtraße bis zum Stern auf 277 Toiſen Länge zu vollenden, ſind 30076 Cubiktoiſen 4 Schachttoiſen *) Auftrag nöthig. Das hierzu erforderliche Erdreich erfolgt aus 2639 Cubiktoiſen 4 Schachttoiſen Abtrag deſſelben Wegs, die in 110 Toiſen Entfernung gegraben werden, und zu den 5222 Cubiktoiſen 5 Schachttoiſen gehören, die hier abzutragen ſind. Die übrigen 27437 Cubiktoiſen werden in 80 Toiſen mittlerer Entfernung zu beiden Seiten des neuen Wegs auf der Höhe gegraben, um die Ausgabe für die zu weite Anfuhre zu vermeiden, welche nöthig ſein würde, wenn das Erdreich von der Inſel geholt werden ſollte. Die Erde wird zu dieſem Ende regelmäßig eben ſo tief als der Weg und mit demſelben gleichlaufend ausgegraben, damit dieſe Stellen nicht unangenehm ins Auge fallen. Auch bleibt im gewachſenen Boden eine Bank ſtehen, die, vom Fuße der Böſchung der aufgefüllten Erde des neuen Weges an, 12 Fuß breit iſt.

39. Die Erdarbeiten im Stern beſtehen aus 3260 (3960?) Cubiktoiſen 3 Schachttoiſen Auftrag. Das erforderliche Erdreich kommt: 1) aus 1013 Cubiktoiſen 4 Schachttoiſen Abtrag im Stern ſelbſt; 2) aus 2583 Cubiktoiſen 1 Schachttoiſe, die von den 5222 Cubiktoiſen 5 Schachttoiſen Abtrag im vorigen Theile übrig bleiben und die auf 70 Toiſen mittlere Entfernung anzufahren ſind; 3) aus 363 Cubiktoiſen 4 Schachttoiſen Abtrag des folgenden Theils.

40. Der Abtrag im übrigen Theile der Hauptſtraße, mit Einſchluß des kreisförmigen Platzes, des Erdreichs, das zur Bildung der Grundfläche des Pflaſters ausgehoben wird, und des Erdreichs aus den Gräben, beträgt nach Abzug der 363 Toiſen 4 Schachttoiſen, im vorigen §. 1908 Toiſen 3 Schachttoiſen. Hiervon werden 1775 Toiſen 3 Schachttoiſen zum Auftrag in dem Wege ſelbſt, im Durchſchnitt auf 200 Toiſen Entfernung, verbraucht. Die übrigen 133 Toiſen werden zu beiden Seiten des Weges 12 Fuß jenſeit der Bäume aufgeſchüttet und ausgebreitet.

41. Die Erdarbeiten, welche in dem Strahle, der in den Weg nach Beſons läuft, zu machen ſind, können mit Einſchluß der Gräben und des Erdreichs, das zur Bildung der Grundfläche des Pflaſters ausgehoben werden muß, zu 3 Cubiktoiſen auf die laufende Toiſe gerechnet werden, ſo daß auf die ganze Länge des Wegs vom Stern an, welche 899 Toiſen 4 Fuß beträgt, 2699 Toiſen ſowohl Auf- als Abtrag kommen.

42. Die Ausgrabung der Grundfläche des Pflaſters, die Gräben und die Abgleichung des Verbindungswegs dieſſeit Neuilli beim Kreuzhügel, können zu einer Cubiktoiſe auf die laufende Toiſe gerechnet werden, wobei 190 Cubiktoiſen Erde in dieſem Wege gegraben werden müſſen.

43. Auf der Seite von Neuilli, und zwar auf dem alten Wege nach dem Fluſſe zu, wird eine Rampe angelegt, die vom Damme nach dieſem Dorfe hinunterführt, und wozu 320 Cubiktoiſen Erde von der Inſel verbraucht werden.

44. Die Gräben werden oben 6 Fuß, in der Sohle 2 Fuß breit und 3 Fuß tief. Sie kommen in der Hauptſtraße vom Stern an, in dem Wege nach Beſons, und dem Verbindungswege beim Kreuzhügel dieſſeit Neuilli 6 Fuß von den äußerſten Reihen Bäu-

*) 1 Toiſe lang und breit, 1 Fuß hoch. (Im Orig. pied.) Anm. d. Ueberſ.

men, zu liegen. Die Gräben um den Stern werden 12 Fuß weit von der äußersten Reihe Bäume um denselben angelegt.

45. Der ganze Abtrag sowohl in der Insel als in dem ansteigenden Theile des Wegs nach der Höhe, auf welcher Chantecoq liegt, beläuft sich auf 123695 Cubiktoisen.

46. Beim Auftrag wird die Erde lagenweise aufgeschüttet, und über diese Lagen weggekarrt und gefahren, um das Setzen derselben zu befördern. Die Böschungen erhalten 45 Grad Neigung, werden regelmäßig angelegt und gut nach einerlei Ebene abgeglichen, damit keine Stellen herausstehen und keine hohl sind. Zuerst wird zu diesem Ende der Fuß nach der Lage und Höhe der Wege eingerichtet, und dann werden Lehren von 12 zu 12 Fuß nach dem vorgeschriebenen Winkel vermittelst eines aus 3 Richtscheiten zusammengesetzten Dreiecks, welches den Böschungswinkel enthält, angelegt. An dem senkrechten Schenkel des Dreiecks hängt ein Loth, und die Böschung wird von einer Lehre zur andern nach der Schnur oder dem Richtscheit abgeglichen; bei der Auffüllung wird die Erde mit natürlicher Böschung aufgeschüttet und kann unter einem Winkel von 50 bis 55 Grad fallen.

47. Um die Gräben regelmäßig anzulegen, werden sie zuerst auf die mittlern 2 Fuß Breite senkrecht gehoben. Die Tiefe derselben richtet sich nach den Pfählen, welche die Höhe der Grabenränder bestimmen. Hierauf werden die auf beiden Seiten nach der Breite bleibenden prismatischen Körper ausgebracht.

48. Die Grundfläche des Pflasters wird 15 Zoll tief ausgehoben. Sie wird wie das Pflaster gewölbt, fällt nach den Bordsteinen zu, und erhält die hernach anzugebenden Breiten. Da, wo aufgetragen wird, bleiben diese Vertiefungen gleich aus dem Größten offen; die übrigen werden kurze Zeit vorher, ehe gepflastert werden soll, gemacht, wo dann auch zugleich die unvollkommen gebliebenen oder zerfahrenen und an den Rändern von den durchgefahrenen Wagen beschädigten Stellen nachgebessert werden.

49. Die aufgefüllten Stellen, die sich gesetzt haben, oder solche, die vom Wasser ausgewaschen oder beschädigt worden, werden nachgefüllt, so daß diese Dämme und Wege, wenn sich alles gesetzt hat, genau die vorbeschriebenen Richtungen und Gefälle haben.

Zweiter Abschnitt.

Pflaster.

50. Der Verbindungsweg beim Kreuzhügel diesseit Neuilli von 190 Toisen Länge, die Hauptstraße auf 313 Toisen 6 Zoll Länge bis zum Brückenpflaster, und 485 Toisen 3 Fuß jenseit dieser Brücke bis zum Mittelpunkt des Sterns, werden 24 Fuß breit, mit 9 Zoll Wölbung chaussirt. Den Berg nach Chantecoq hinauf, auf 327 Toisen Länge, bis zum Mittelpunkt des Sterns, wird 6 Fuß breites Nebenpflaster auf jeder Seite, mit 3 Zoll Queergefälle nach der Straße zu, angelegt.

51. Der übrige Theil der Hauptstraße von 797 Toisen 4 Fuß Länge, wird 21 Fuß breit mit 8 Zoll Wölbung chaussirt.

52. Das 950 Toisen lange Stück, welches auf den Weg nach Besons führt, wird auch chaussirt, aber nur 15 Fuß breit, und mit 6 Zoll Wölbung.

53. Um die Chaussirungen und die Nebenpflaster, die im Mittelpunkte des Sterns zusammenstoßen, zu vereinigen, werden die Winkel, welche dieselben bilden, auf 60 Quadrattoisen Fläche ausgerundet.

Digitized by Google

54. Die Leinpfade, die Rampen und ein Verbindungsweg von der Brücke bis zum untern Theile von Courbevoie, zusammen 955 Toisen lang, werden 15 Fuß breit gepflastert und chaussirt. Das Pflaster der Rampen wird, um den Rinnstein zu bilden, nach einem Bogen von 4 Zoll Höhe angelegt. Die übrigen Theile werden nur mit 6 Zoll Wölbung chaussirt.

55. Die Winkel, welche das Pflaster der Rampen und das der Hauptstraße mit einander bilden, werden ausgerundet, so auch die, welche zwischen dem Rampenpflaster und dem Pflaster an der Kaimauer entstehen, nur nach einem noch kleinern Halbmesser als jenes. Alles zusammen enthält 129 Quadrattoisen Oberfläche.

56. Die Chaussirung und das Nebenpflaster auf der Hauptstraße, dem Verbindungswege beim Kreuze diesseit Neuilli und dem Wege nach Besons, werden mit Bordsteinen eingefaßt, welche 16 bis 18 Zoll lang und 12 bis 13 Zoll stark sein müssen.

57. Die im vorigen §. erwähnte Chaussirung und das Nebenpflaster werden 8 bis 9 Zoll stark, und erhalten neue Bordsteine von Sandstein, nach den a. a. O. angegebenen Abmessungen, mit Ausschluß von 93 Toisen Länge, welche 325 Quadrattoisen Fläche geben, die am Ende des neuen Wegs gepflastert werden sollen, und wozu Bord- und Pflastersteine aus der alten eingehenden Chaussee erfolgen. Die neuen Bord- und Pflastersteine werden von den besten Sandstein-Schichten bei Flins, Condrecourt, Mezy, Equevilliers und Chevaudot und in der Gegend von Pontoise genommen. Weiche und fehlerhafte Bordsteine und dergleichen Pflastersteine werden verworfen.

58. Die Oberfläche der alten Chaussee zwischen dem untern Theile von Courbevoie und dem Punkte, wo sie mit der neuen Straße, so weit erstere eingehen soll, zusammentrifft, enthält nach Abzug eines Sechstheils für den Bruch 2841 Toisen, wovon abermals nach Abzug der im vorigen §. erwähnten 325 Toisen noch 2516 Toisen übrig bleiben, die zu den Leinpfaden, zu den Rampen und dem Verbindungswege nach dem untern Theile von Courbevoie, deren Oberfläche zusammen auch 2516 Toisen enthält, genommen werden.

59. Die Oberfläche des Pflasters und der neuen Bordsteine enthält im Ganzen 9550 Toisen, wozu ohngefähr 19400 Bordsteine, 10 auf die laufende Toise, und 557000 Pflastersteine, 64 auf die Quadrattoise, erforderlich sind, das Pflaster auf der Brücke ungerechnet.

60. Wenn die verschiedenen Höhen des Gefälles geprüft und nochmals vorgezeichnet, auch die Grundfläche des Pflasters genau ausgehoben worden, so wie solches §. 48. beschrieben ist, so wird auf diese Grundfläche nach der Form des Pflasters 8 Zoll hoch Grand, der nur Kies-, aber keine Erdtheile enthalten darf, gebracht. Die Bordsteine werden genau gleichlaufend unter einander waagerecht, einer um den andern nach der Länge und auf die hohe Kante gesetzt, und auf den beiden Seiten, wenigstens ziemlich, auf einander treffend. Sie werden gespitzt, mit Sand verfüllt, und mit dem Hammer tüchtig gegen einander geschlagen, dabei jedoch auf die Wölbung der Chaussirung oder das Queergefälle des Nebenpflasters Rücksicht genommen.

61. Die Pflastersteine werden auch gespitzt, ohne schräge zulaufen zu dürfen, in gerade Reihen rechtwinklicht auf die Länge des Weges, und in solchen Verband gesetzt, daß jede Fuge auf die Mitte eines Steins trifft. Sie werden mit Sand verfüllt und mit dem

Digitized by Google

Hammer festgeschlagen. Die Kiesel und kleinen Steine, welche sich zwischen die Pflastersteine setzen, werden weggenommen, und letztere von vorn und von der Seite angetrieben, so daß die Fugen nicht über 6 Linien stark bleiben. Das Pflaster wird hernach mit einer 45 bis 50 Pfund schweren Handramme nach der vorgeschriebenen Wölbung oder dem Queergefälle abgeglichen und gerammt. Die Pflastersteine zu den einzelnen Reihen werden passend ausgesucht, um nicht zu viel davon abschlagen zu müssen. Das ganze Pflaster wird einen Zoll hoch mit Grand bedeckt, nachdem dasselbe vom Aufseher nachgesehen ist.

62. Auf den aufgetragenen Stellen wird nicht eher gepflastert, als bis die Erde fest genug geworden ist und sich vollkommen gesetzt hat.

63. Alles Pflaster, sowohl neues als altes, wird bis zur Abnahme in gutem Stande erhalten.

Dritter Abschnitt.

Baumpflanzungen.

64. Die Hauptstraße bis zu dem kreisrunden Platze, die auf den Weg nach Besons führende Seitenstraße und die drei andern vom Stern ausgehenden Strahlen werden auf jeder Seite mit 2 Reihen Bäumen bepflanzt. In der Hauptstraße bis zum Stern, und in der Verlängerung derselben in gleicher Richtung jenseit des Sterns, kommen die Bäume 8 und 16 Toisen von der Mittellinie entfernt zu stehen. Die Bäume in den übrigen Theilen der Straßen und Wege und in den Strahlen des Sterns in den Verlängerungen derselben, werden 7 und 14 Toisen von der Mittellinie gesetzt.

65. Der Stern und der kreisrunde Platz werden auch jeder mit 2 Reihen Bäumen bepflanzt. Die Bäume werden in Kreislinien im Sterne von 50 und 58 Toisen und im kreisrunden Platze von 30 und 37 Toisen Halbmesser gesetzt. Auch der halbe Mond vor der Caserne in Courbevoie wird mit 2 Reihen Bäumen, die ebenfalls halbe Kreise von 30 und 37 Toisen Halbmesser bilden, bepflanzt.

66. Auf jede Seite der Hauptstraße jenseit des kreisrunden Platzes kommt nur eine Reihe Bäume, 7 Toisen von der Mittellinie der Straße entfernt, zu stehen. Dies geht in 600 Toisen Länge bis zu der Stelle auf der Höhe bei Nanterre, wo der Weg durch Felsen gesprengt ist.

67. Alle diese Bäume werden nach der Länge 18 Fuß von Mitte zu Mitte auseinander und rechtwinklicht gegeneinander über gesetzt, wozu überhaupt 4412 Stück erforderlich sind.

68. Zu allen diesen Baumpflanzungen werden Rüstern aus den besten Baumschulen in der Gegend von Paris genommen. Jeder Baum muß 8 bis 9 Fuß im Stamme hoch sein und 8 bis 9 Zoll im mittlern Umfange haben, auch gerade und schön gewachsen sein. Die Löcher werden etliche Monate vor dem Abfallen der Blätter, zu welcher Zeit die Bäume gepflanzt werden sollen, 6 Fuß ins Gevierte und 3 Fuß tief gegraben und mit guter Erde ausgefüllt, wenn die ausgegrabene nichts taugt. Die Bäume werden mit Dornen bewickelt, und letztere an 4 Stellen mit starkem Eisendrath festgebunden. Auch dürfen sie in den Baumschulen nicht eher aus der Erde genommen werden, als bis sie gesetzt werden können,

Digitized by Google

und um sie während der Anfuhre vor Frost zu schützen, müssen ihre Wurzeln mit Stroh bewickelt werden.

69. Für die Bäume, welche etwa ausgehen, werden andre gesetzt. Um die übrigen herum wird jährlich zweimahl 6 Fuß im Quadrat aufgegraben, und die Stämme derselben werden eben so oft ausgeputzt; auch muß man die Dornen und den Drath, mit welchem diese angebunden sind, erneuern und bis zur Abnahme in gutem Stande erhalten.

Bedingungen, die der Unternehmer einzugehen hat.

70. Der Unternehmer, dem der Bau zugeschlagen wird, macht alle Arbeiten genau nach den im gegenwärtigen Entwurf ertheilten Vorschriften und nach den Regeln der Kunst. Er liefert alle Materialien, läßt dieselben verladen und bis zur Baustelle schaffen, bezahlt alles Arbeits- und Tagelohn, schafft alle Geräthschaften und Werkzeuge an, und bezahlt die Conducteurs und Aufseher, sorgt auch ferner für hinreichenden Vorrath an allen erforderlichen Gegenständen, bis zur gänzlichen Vollendung der Arbeit.

71. Bei den Erdarbeiten wird eine hinreichende Menge Arbeiter angenommen, um dieselben nöthigenfalls zum Wasserschöpfen und andern beim Brückenbau vorkommenden Arbeiten abgeben zu können. Gegentheils werden die Arbeiter, die man zu manchen Zeiten bei der Brücke nicht beschäftigen kann, bei den Erdarbeiten angestellt, wo ihnen sowohl das Ausgraben als das Fortschaffen der Erde verdungen wird. Alles dies geschieht von den Unternehmern des Brückenbaues und der in vorstehendem Entwurf erwähnten Arbeiten gemeinschaftlich.

72. Der Unternehmer kann weder alle seine Arbeiten, noch auch nur einen Theil derselben abtreten, ohne dazu schriftlich ermächtigt zu sein.

73. Wenn es während des Baues für nöthig gehalten werden sollte, von der einen Arbeit mehr, von der andern weniger zu machen, so werden die desfallsigen Preise nach den Verdingspreisen bestimmt; ein Gleiches findet in Hinsicht der Anfuhre der Materialien und des Wegschaffens der Erde Statt, wenn die erstern weiter hergeholt und die letztere weiter weggeschafft werden müßte, als hier angenommen worden ist.

Der Unternehmer erhält alle Arbeiten bis zur Abnahme, die erst ein Jahr nach Beendigung derselben Statt haben soll, in gutem Stande.

Derselbe schafft ferner sichres und hinreichendes Unterpfand zur Sicherstellung der Königl. Gelder und als Gewähr für seine Arbeiten, für die er nach dem Herkommen stehen muß, übernimmt auch ferner die bei der Kanzellei des Finanzbüreau's für seinen Verding und die Ausfertigung der Zahlungsbefehle auflaufenden Kosten.

So geschehen auf Befehl des ordentlichen Staats- und Königl. Raths, auch Finanz-Intendanten Herrn Trudaine, durch den unterzeichneten Ober-Brücken- und Wege-Ingenieur.

Paris, den 30. Julius 1767.

Unterz. Perronet.

Anmerkung. Nach Verlauf von 6 Jahren konnte die Brücke dem Publicum in Gebrauch gegeben werden, und es blieben zu dieser Zeit nur die Rampen- und Uferbekleidungsmauern anzulegen. Selbst jetzt (im Jahre 1779) sind noch einige Theile der Rampenmauern fertig zu machen, und die Uferbekleidungsmauern ganz. Gegenwärtig soll nun auseinandergesetzt werden, was in jedem der gedachten 6 Jahre geschehen ist.

Digitized by Google

1768.

In der diesjährigen Bauzeit sollten die Niederlagen und Schuppen zum Verschluß der Geräthe und Werkzeuge erbaut, die Schmieden, das Backhaus, die Wagnerwerkstätte, die Maschine zum Stoßen des Cements und die übrigen zur Zubereitung des Mörtels unter Dach, angelegt, der Stirnpfeiler und der Pfeiler auf der Seite von Courbevoie und die Flügelmauern gegründet, das Mauerwerk derselben bis zur Höhe der Oberkante der sechsten Schicht Gewölbsteine, von unten, aufgeführt, und Vorräthe von den verschiedenen Arten Materialien sowohl für diese, als auch einen Theil der folgenden Bauzeit angeschafft werden.

Am 28. April wurde mit dem Schlagen der Pfähle zum Fangedamm vor dem Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie auf 45 Toisen Ummessung der Anfang gemacht. Diese Pfähle sollten an der Spitze nur gebrannt werden, aber die Festigkeit des Bodens machte es nöthig, dieselben, so wie die Spundbohlen, mit eisernen Schuhen zu versehen. Zum Einrammen dieser Pfähle wurden 4 Rammen gebraucht, deren Bäre 600 bis 900 Pfund wogen. Die Rammen wurden mit Zugleinen, die einen von 20, die andern von 30 Mann gezogen, 30 Pfund auf einen Mann gerechnet, und bei jeder wurde ein Zimmermann als Schwanzmeister angestellt. Am 5. Mai waren die 135 Pfähle zu diesem Fangedamm geschlagen. Die Rahmen zu den Spundbohlen wurden hierauf mit denselben Rammen geschlagen, was bis zum 27. Mai dauerte, worauf die Riegelhölzer und Zangen dieses Fangedamms aufgebracht wurden. Die Pfähle waren 22 bis 24 Fuß lang und 9 bis 10 Zoll, mit Einschluß der Rinde, im Durchmesser stark, und gingen beinahe 6 Fuß tief in die Erde. Die Spundbohlen waren 21 Fuß lang und 4 Zoll und 9 Zoll ins Gevierte.

Gewöhnlich wurden mit einer Ramme in einem Tage 5 bis 6 Pfähle, oder 16 Bohlen, die einen Rahmen von 12 Fuß Länge füllten, geschlagen. Die Bohlen gingen etwa 6 Fuß tief in den Boden.

Während das Einrammen des letzten Rahmen beendigt wurde, war am 21. Mai mit dem Ausbaggern des Raums im Fangedamme der Anfang gemacht worden. Hierzu wurden nach und nach 5 Bagger in Gebrauch genommen, an deren jedem 8 Tagelöhner und 1 Zimmermann arbeiteten. Der Schlamm und Sand wurde bis auf 9 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande herausgeschafft, bevor das gute Erdreich sich zeigte: welche Vorsichtsmaaßregel nöthig war, um zu verhüten, daß nicht Wasser zwischen der

Füll-

Füllerde des Fangedammes und dem darin gebliebenen Sand oder Kies durchsickern konnte. Diese Arbeit wurde am 14. Junius beendigt.

Die Baggermaschine wurde nach derjenigen verfertigt, die von Hrn. Lelonse beim Brunnen des ehemaligen Hotels Belle-Isle angewandt worden ist. Die Zeichnung von der letztern findet man in Hrn. Regemorte's d. Jüngern Beschreibung der Brücke bei Moulins auf der 6ten Tafel, und eine ausführliche Beschreibung davon im zweiten Theile gegenwärtigen Werks am Ende der von den beim Bau der Brücke bei Orleans gebrauchten Maschinen. Sie ist, ungeachtet der Kosten, die ihre Unterhaltung erfordert, sehr gut zu gebrauchen.

Hierauf wurde der Fangedamm mit Dammerde, welche nicht weit vom Landpfeiler gegraben wurde, ausgefüllt. Diese wurde der Thonerde vorgezogen, welche mehr gekostet haben und nicht so gut gewesen sein würde, da sie sich ballt und Hohlungen läßt, die nicht weggebracht werden können, selbst wenn unter dem Wasser gestampft würde.

Während der Anfertigung des Fangedammes wurde zugleich die Erde an der Stelle, auf welche der Stirnpfeiler zu stehen kommen sollte, bis zum Wasserspiegel ausgegraben; allein um hiermit tiefer gehen und die Grundpfähle schlagen zu können, war es nöthig, die Wasserschöpfungs-Maschinen anzulegen und in Gang zu bringen. Gewöhnlich bedient man sich der Scheibenkünste, deren jede von 12 Menschen in Bewegung gesetzt wird, die an den Kurbeln der Gabelwalze, um welche die Kette geht, arbeiten, und alle 2 Stunden Tag und Nacht durch eine gleiche Anzahl abgelöst werden, so daß sie jedesmal 4 Stunden ruhen. Aber man fand es zweckmäßig, den Strom dadurch zum Wasserschöpfen anzuwenden, daß ein Schöpfrad durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt wurde, wie dies bei den Brücken bei Mantes, Nogent an der Seine und anderwärts geschehen ist. Auf der 10ten Kupfertafel befindet sich eine geometrische Zeichnung von dieser Maschine.

Das Wasserrad wurde in ein Gerinne gehängt, welches vom Fangedamm des Stirnpfeilers (Taf. 3. Fig. 1.) und dem zu diesem Ende angefangenen des anliegenden Mittelpfeilers (Fig. 2.) gebildet wurde. Dieses Rad hatte man so eingerichtet, daß es zuerst zum Ausschöpfen des Wassers in dem Raume um den Stirnpfeiler und hernach beim Mittelpfeiler gebraucht werden konnte. Im Anfange war dasselbe sogar zum Ausschöpfen auf beiden Seiten hinreichend. Das Wasserrad und das Schöpfrad wurden beide so eingerichtet, daß man sie heben und senken konnte, je nachdem es die verschiedenen Wasserstände im Flusse, und die Senkung des Spiegels des auszuschöpfenden Wassers erforderten.

Als der Wasserstand des Flusses ohngefähr 2 Fuß über dem niedrigsten war, hob das Rad mit 12 Schöpfkasten, anstatt 16, die bei höherem Wasserstande in der Seine hätten angebracht werden können, das Wasser 10 bis 12 Fuß hoch, und ging in 24 Secunden einmahl herum, welches in 24 Stunden 16200 Muids zu 8 Cubikfuß giebt. Jeder Schöpfkasten war zwar 4 Cubikfuß im Lichten groß, gab aber wegen der schiefen Lage beim Ausgießen und des dabei Statt findenden unvermeidlichen Verlustes wirklich nicht mehr als 3 Cubikfuß Wasser.

Es waren auch Scheibenkünste angefertigt worden, deren jede 15 Fuß lang war, ohngefähr 3 Fuß tief im Sumpfe stand, und das Wasser höchstens 12 Fuß hob. Die Röhren waren 5 Zoll weit gebohrt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß, wenn an einer solchen Scheibenkunst 4 Mann arbeiteten, oder 12 Mann mit Ablösung, wie vorher angeführt worden, dieselbe 1380 Muids in 24 Stunden gab, so daß etwa 12 Scheibenkünste nöthig sein würden, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, als das Schöpfrad.

Eine Scheibenkunst kostete täglich an 20 Livres, woraus hervorgeht, daß durch das Schöpfrad täglich 240 Livres oder 144 Mann erspart wurden. Es würde schwer gehalten haben, zum Wasserschöpfen genug Tagelöhner anzuschaffen, da die Zeit, wo dasselbe am stärksten betrieben werden mußte, in die Ernte fiel.

Das Gefälle der Seine betrug bei Neuilli, von der Fähre bei Surene an, auf 1330 Toisen Länge 11 Zoll, welches auf 1000 Toisen 99 Linien, oder auf eine Toise sehr nahe $\frac{1}{10}$ Linie giebt. Die Geschwindigkeit des Wassers betrug nach sorgfältig angestellten Versuchen, bei 3 Fuß 10 Zoll 6 Linien Höhe über dem kleinsten Wasserstande, 2 Fuß 5 Zoll in der Secunde. Dies kann denen zum Leitfaden dienen, die ähnliche Schöpfräder zur Gründung von Brücken und andern Wasserbauten anlegen wollen, wobei zu bemerken ist, daß man den Mangel an Geschwindigkeit dadurch ersetzen kann, daß man durch Verengung des Flußbettes mit Pfählen und Spundbohlen mehr Wasser ins Gerinne schafft.

Nachdem der vom Fangedamm eingeschlossene Raum ausgeschöpft, das Ausgraben der Erde bis zu 7 Fuß unter dem kleinsten Wasserstande fortgesetzt, und die Stelle jedes Grundpfahls mit einem kleinen Zeichenpfahl bemerkt worden waren, so wurde am 15. Julius mit dem Rammen der Anfang gemacht, und dazu 8 Zugrammen, deren Bäre 1000 bis 1384 Pfund, und außerdem noch zwei Kunstrammen, deren Bäre 1181 und 1981 Pfund wogen, gebraucht. Letzterer bediente man

ſich der größern Vorſicht wegen, um die Pfähle vor Anfang des Fundaments noch einmahl nachzuſchlagen. Dieſe Grundpfähle, 435 an der Zahl, waren von 12 bis zu 18 Fuß lang, und ohne Rinde einen Fuß im mittlern Durchmeſſer ſtark. Jeder derſelben war mit einem eiſernen Pfahlſchuh, der mit Einſchluß von 4 Nägeln in jeder der 4 Federn 25 Pfund wog, verſehen. Sie gingen von 8 Fuß bis 13 Fuß 6 Zoll in das mit Kies vermiſchte Erdreich, und wurden ſo lange in den feſten Boden geſchlagen, bis ſie in 16 auf einander folgenden Hitzen, jede von 30 Schlägen mit den 1000 Pfund ſchweren Bären, und in 12 Hitzen mit den 1384 Pfund ſchweren Bären, jedesmahl nur 2 Linien zogen. Dieſe Arbeit wurde mit der größten Lebhaftigkeit betrieben, und zwar indem die Arbeiter dadurch zum Wetteifer gegen einander gereizt wurden, daß denen an jeder Ramme, die in einem Tage mehr als drei Pfähle eingeſchlagen hatten, 6 Livres Zulage bewilligt wurde. Bei einer Arbeitszeit von täglich 12 Stunden wurden mit jeder Ramme gewöhnlich an jedem Tage 3 bis 4 Pfähle eingeſchlagen, ſo daß das Einrammen aller dieſer Pfähle am 14. Auguſt beendigt war.

Hierauf wurden dieſelben genau waagerecht 6 Fuß 6 Zoll unter dem kleinſten Waſſer abgeſchnitten, da das Erdreich ſo feſt war, daß man nicht nöthig hatte, das Fundament in der im Entwurf angegebenen Tiefe anzufangen. Die Zapfen wurden angeſchnitten, die Zapfenlöcher ausgemeißelt, und die Holme, Queerſchwellen und Zangen aufgelegt. Der Raum zwiſchen den Grundpfählen wurde mit Mauerwerk von Bruchſteinen und Mörtel von Kalk und Sand bis zur Oberfläche der Queerſchwellen ausgefüllt. Einige Baumeiſter nehmen in dieſem Falle trockne Bruchſteine, und verſetzen auch die erſte Schicht Quadern auf den hölzernen Belag trocken, indem ſie fürchten, daß der Mörtel das Holz angreifen werde; aber es iſt erwieſen, daß dieſe Furcht nicht nur ungegründet ſei, ſondern daß auch die Art, ſo trocken zu mauern, Nachtheile habe.

Hierauf wurde der Roſtbelag aufgebracht; das Grundwerk iſt übrigens ganz nach dem Entwurf ausgeführt.

Anſtatt der Spundbohlen, die gewöhnlich auf den Vorderſeiten der Grundwerke der Stirnpfeiler und im Umfange derer der Mittelpfeiler geſchlagen werden, wurden große harte Bruchſteine auf 6 Fuß Breite und 2 und 3 Fuß Höhe trocken eingeſetzt.

Da das Waſſer nicht tief genug ausgeſchöpft war, um die Pfähle leicht abſchneiden und die Queerſchwellen bequem auflegen zu können, ſo wurden 3 Scheibenkünſte

angebracht, die zusammen mit dem Schöpfrade hinreichend waren, um den Wasserspiegel in dem vom Fangedamm eingeschlossenen Raume so weit als nöthig zu senken.

Während die ersten Quaderschichten versetzt und die Mauern von rauhen Werkstücken und Bruchsteinen dahinter aufgeführt wurden, wurde der Fangedamm um den Mittelpfeiler auf derselben Seite nach der Höhe von Chantecoq zu (Taf. 3. Fig. 2.) beendigt. Dieser Fangedamm, so wie der um den Stirnpfeiler, wurde ausgebaggert, mit Erde ausgefüllt, und zu Ende des Monats August zu Stande gebracht.

Da noch ein zweites Schöpfrad vom Bau der Brücke bei Regent an der Seine vorhanden war, so wurde dies im Fangedamm, um den Mittelpfeiler aber nur mit 8 Schöpfkasten, angebracht; das dieses Schöpfrad treibende Wasserrad mußte noch 4 Schöpfkasten, die an dem Rade zur völligen Ausschöpfung des Wassers um den Stirnpfeiler geblieben waren, in Bewegung setzen.

Die Schöpfkasten an dem letztern Rade wurden deshalb bis auf jene Anzahl vermindert, weil nach Versetzung der ersten Schichten das Wasser um diesen Stirnpfeiler nicht mehr so tief ausgeschöpft zu werden brauchte. Man konnte sogar mit dem Wasserschöpfen bald aufhören und das Schöpfrad eingehen lassen. Durch diesen letztern Umstand verminderte sich die von dem Wasserrade zu wältigende Last, und die Geschwindigkeit desselben nahm hierbei verhältnißmäßig zu, so daß alles Wasser in dem von dem Fangedamm um den Mittelpfeiler eingeschlossenen Raume in 30 Stunden ausgehoben war, obgleich sich in diesem Raume eine starke Quelle zeigte. Man sieht, daß 8 Schöpfkasten zum Ausschöpfen des Wassers um den Pfeiler im Flusse selbst hinreichten, während 12 dergleichen mit derselben bewegenden Kraft zu ähnlichem Behufe beim Stirnpfeiler nöthig waren. Die Oberfläche des von dem Fangedamm um den letztern eingeschlossenen Raums, welche 250 Quadrattoisen enthielt, überstieg die des von dem Fangedamm um den Mittelpfeiler eingeschlossenen Raums, welche 222 Toisen enthielt, nur etwa um den 8ten Theil, wonach zum Ausschöpfen des erstern nach Verhältniß der Oberflächen nur ein Achtel oder ein Schöpfkasten mehr als zu dem der letztern hätte angebracht werden müssen *), während doch wirklich 4 dergleichen mehr nöthig waren. Diese größere Wassermenge, deren Wegschaffung 3 Schöpfkasten erforderte, dürfte den Quellen aus der Höhe bei Chantecoq zuzuschreiben sein, die nahe genug bei diesem Pfeiler liegt. Zufolge dieser Beobachtung, die übrigens auch

*) Der Zufluß wird auch nie im Verhältniß der Oberflächen stehen. Anm. d. Ueberf.

Digitized by Google

bei andern Bauten gemacht werden, könnte unter gleichen Umſtänden, und wenn das Waſſer durch Menſchen ausgeſchöpft werden müßte, wohl dadurch etwas erſpart werden, wenn die Fangedämme eben ſo ganz um die Stirnpfeiler herumgeführt würden, als um die Mittelpfeiler.

In dem von dieſem Fangedamm eingeſchloſſenen Raume fand ſich ohngefähr 1 Fuß Schlamm und 2 Fuß Thonerde, die nur in der Fläche, die der Pfeiler einnehmen ſollte, ausgegraben wurde, worauf die Stellen der Grundpfähle mit kleinen Pfählen bezeichnet, die Gerüſte aufgeſtellt und am 5. September mit dem Rammen der Grundpfähle der Anfang gemacht wurde. Hierzu wurden 6 Zugrammen gebraucht, und am 16ten deſſelben Monats waren alle 183 Pfähle geſchlagen. Die übrige Zimmerarbeit wurde nicht eher als in den erſten Tagen des October beendigt, da die Arbeit durch ein großes Waſſer unterbrochen wurde. Die Oberfläche des Roſtbelags liegt um einen Fuß tiefer, als die des Roſtbelags unter dem Stirnpfeiler.

Auf Taf. 11. zeigt Fig. 1. einen Grundriß von der Stellung der Grundpfähle unter dem Stirnpfeiler, und Fig. 2. einen ſolchen von der Lage derer unter dem Mittelpfeiler, wobei die Nummern der Pfähle in der letztern Figur ſich auf die gleichnamigen in der nachfolgenden den Mittelpfeiler betreffenden Tabelle beziehen. In der letztern iſt angegeben, an welchem Tage jeder Pfahl geſchlagen worden, wie ſtark und wie lang derſelbe iſt, wie tief er in den Boden eingedrungen, wie ſchwer der dazu gebrauchte Rammbär, und wie viel Tagelöhner zum Einſchlagen erforderlich geweſen, wobei zu deren Anzahl immer noch der Zimmermann oder Schwanzmeiſter gerechnet werden muß, der bei jeder Ramme angeſtellt war.

Dieſe Tabelle ſoll zeigen, wie aufmerkſam man bei dergleichen Arbeiten darauf ſein muß, wie viel Holz zu den Grundpfählen verwandt wird, und wie viel Zeit zum Schlagen derſelben gehört, um Streitigkeiten zu verhüten, die ſich hierüber nach Beendigung des Grundwerks erheben könnten. Eben ſo iſt bei den andern Pfeilern und Stirnpfeilern verfahren worden; aber das hier beigebrachte Beiſpiel wird hinreichen, Jedem, der mit der Leitung ähnlicher Arbeiten beauftragt wird, den rechten Weg zu zeigen.

Eben ſo müſſen Nachweiſungen von den andern Arbeiten und Materialien, und von dem körperlichen Inhalt des ausgebaggerten Erdreichs, Sandes und Schlammes, und zwar in Betreff aller unter dem Waſſer liegenden Stellen, die nach Beendigung der Arbeit nicht mehr unterſucht werden können, angefertigt werden.

Digitized by Google

Tabelle

von den Grundpfählen unter dem ersten Mittelpfeiler auf der Seite von Courbevoie.

Datum	Nummer der Pfähle	Länge		Stärke in der Ummessung		Gewicht der Rammbäre	Länge der Pfähle in der Erde		Zahl der Arbeiter, welche gerammt haben
Sept		Zoll	L.	Zoll	L.		Zoll	L.	
5	1	18	9	3		1373	13	9	46
	2	18	9	3	4	1069	13		36
	3	18	6	3		1380	13		46
6	4	18	11	3	4	1373	13	7	46
	5	21		3	3	1380	12	10	46
	6	20	6	3	1	1069	12	6	36
	7	18	6	3		1180	14		38
	8	18		3		1380	12	11	46
	9	18	4	3		1373	12	10	46
	10	18	6	3		1069	12	6	36
	11	18	6	3	2	1373	12	6	46
	12	18	6	3	2	1380	12		46
	13	18	4	2	10	1050	15	4	36
	14	18	9	3		1069	12	9	36
	15	19		3	1	1373	15	6	46
7	16	18	6	3		1180	14	10	38
	17	20		3	2	1310	12		44
	18	18	3	3	3	1380	12	3	46
	19	18		3		1380	14	9	46
	20	19		3		1069	13	2	36
	21	19	6	2	10	1380	14		46
	22	18	8	2	8	1373	14		46
	23	16		3		1180	12	6	38
	24	16		2	10	1380	11	6	46
	25	17	9	2	10	1069	12	1	36
	26	16	9	3		1380	12		46
	27	18	2	3		1180	13		38
	28	19		2	10	1373	10	10	46
8	29	19		3		1380	14	10	46
	30	20	6	3		1380	12	9	46
	31	19	3	2	9	1310	13	3	44
	32	19	9	2	10	1373	11	9	46
	33	19		2	11	1380	12	10	46
	34	18	6	2	10	1069	10	6	36
	35	18	6	3		1180	14	2	38
	36	17	6	2	9	1380	13		46
	37	19		3	9	1380	14		46
	38	17		3	9	1380	13	2	46
	39	18		3		1373	10		46
	40	18		2	8	1373	12	4	46
	41	17	8	2	8	1380	13	2	46
	42	18	2	2	9	1310	12	5	44
	43	19	6	2	10	1069	10	11	36
	44	17	9	3		1373	10	8	46
	45	18	3	4		1180	12		38
	46	17	8	2	10	1363	12	2	45
	47	17	2	2	9	1380	12	7	46
9	48	16		2	9	1310	10	4	44
	49	16	8	2	10	1380	11	2	46
	50	18	3	3		1373	11	6	46
	51	18	6	2	10	1180	11	3	38
	52	18	4	3		1310	9	4	44
	53	18	5	3		1380	11	4	46
	54	16		3		1373	12		46
	55	17	6	3		1363	9	2	45
	56	18	3	3		1380	11	10	46
	57	18	6	3		1180	13		38
	58	19	8	3		1410	12	8	47
	59	17	10	2	11	1310	12	10	44
	60	19	9	3		1410	12	9	47
	61	18		3		1373	10	3	46
	62	17	6	3		1363	11	2	45
	63	19		2	10	1410	14		47
	64	17		2	9	1310	12		44
	65	18		2	9	1180	12		38
	66	18	6	3		1410	10	10	47
10	67	19		3		1373	11	6	46
	68	18	6	2	10	1410	10	4	47
	69	19		3		1310	11	2	44
	70	19		2	10	1363	12	8	45
	71	17	4	3		1363	10		45
	72	17	6	2	11	1180	12	8	38
	73	18	6	2	10	1410	10	10	47
	74	17		3	2	1410	10	6	47
	75	18	9	2	10	1310	13	9	44

Digitized by Google

Datum	Nummer der Pfähle	Länge		Stärke in der Ummessung		Gewicht der Ramme	Länge der Pfähle in der Erde		Zahl der Arbeiter, welche gerammt haben
		Fß	Z.	Fß	Z.		Fß	Z.	
Sept	76	19		3		1373	12	10	46
	77	17	10	3	4	1373	11	10	46
	78	17	6	3		1410	11	4	47
	79	18	3	3		1410	10		47
	80	17	3	3		1363	11	4	45
	81	17	6	3		1180	9	6	38
	82	17	6	2	10	1410	10	6	47
	83	18	5	2	9	1310	12	8	44
	84	19		2	9	1373	10	2	46
	85	19		2	10	1363	11	6	45
	86	18	3	2	10	1410	11	9	47
	87	18	4	3		1410	12	4	47
	88	19	9	2	9	1410	12	3	47
	89	17	8	3		1373	9	10	46
	90	17	6	2	10	1363	11	9	45
	91	18	8	2	9	1180	12	6	38
11	92	17	10	3		1310	12	5	44
	93	18		2	8	1373	11	6	46
	94	18		3		1410	12		47
	95	17		3	2	1363	11	4	45
	96	18		3	2	1363	11	4	45
	97	18	4	3	4	1410	12	1	47
	98	18	7	3		1310	12	2	44
	99	18		3		1410	11		47
	100	18	6	3		1180	11	7	38
	101	17	4	2	10	1363	10	4	45
	102	17	6	2	11	1373	9	4	46
	103	18	6	3		1410	12	6	47
	104	18	6	2	9	1410	13		47
	105	18	6	3	2	1373	13	6	46
	106	19	1	3	3	1363	11	9	45
	107	17	2	2	10	1180	11		38
	108	18	6	2	10	1310	15	6	44
	109	18	6	2	10	1410	10	6	47
12	110	18	3	3		1410	7		47
	111	17		3		1180	10	11	38
	112	18	2	3		1373	12	6	46
	113	18	3	3		1410	10	6	47
	114	18		3		1310	15		44
	115	18	6	2	9	1363	10	6	45
	116	18	6	2	10	1410	12	8	47
	117	18	6	2	9	1410	11	6	47
	118	18	6	3		1410	12	10	47
	119	18	6	2	9	1363	11		45
	120	18		3		1180	11	8	38
	121	18		3		1410	12	4	47
	122	16	6	3		1410	12	4	47
	123	16	6	3		1363	11	2	45
	124	18	6	3	2	1373	12	9	46
	125	18		2	10	1373	13	5	46
	126	16	4	3	4	1180	10	4	38
	127	17	6	2	11	1410	13	5	47
13	128	17		3	6	1410	11	8	47
	129	18	4	3	3	1310	11	2	44
	130	18	4	3	2	1373	11	2	46
	131	18	6	3	3	1363	10	5	45
	132	18	3	3	2	1410	11	9	47
	133	18	3	2	10	1180	12		38
	134	18	6	3	3	1410	10	8	47
	135	16	6	3	2	1310	12		44
	136	18		3	2	1363	10	6	45
	137	18	2	2	10	1410	10	7	47
	138	18	6	3	2	1373	10		46
	139	18	2	3		1410	9	6	47
	140	16	6	3	3	1180	12		38
	141	16	10	3	2	1363	11	2	45
	142	18	6	3	3	1373	12	6	46
	143	18		2	10	1310	13	6	44
	144	18	6	2	10	1410	10	8	47
	145	17	6	3	1	1410	13	3	47
	146	18	6	3	3	1180	10		38
14	147	18	3	3		1373	12	6	46
	148	18	6	3	4	1310	10	2	44
	149	16	2	3	1	1410	12	8	47
	150	18		3		1373	11	10	46
	151	17	4	3		1180	11	6	38
	152	17		3		1410	10	4	47
	153	17	6	3	3	1363	10	2	45
	154	17	6	2	10	1310	11	10	44
	155	18	4	3	2	1373	10	10	46
	156	17	6	3		1180	9	8	38
	157	16	8	3	4	1363	12		45
	158	17	6	3	4	1310	13	3	44
	159	18	6	3		1410	12	3	47

Digitized by Google

Datum	Nummern der Pfähle	Länge		Stärke in der Ummeſſung		Gewicht der Rammbäre	Länge der Pfähle in der Erde		Zahl der Arbeiter, welche gerammt haben
		Fß	Z.	Fß	Z.		Fß	Z.	
Sept.	160	17	6	2	10	1410	10	9	47
	161	15	10	3		1410	12	4	47
	162	16	4	3		1373	10	6	46
	163	17	6	2	10	1363	12	4	45
	164	17	6	3		1410	12	3	47
	165	17		2	10	1180	9	3	38
	166	17	2	2	10	1310	12		44
15	167	17	6	3		1310	12		44
	168	18	3	3		1180	12		38
	169	17	6	3		1410	12	4	47
	170	17	6	2	10	1363	12		45
	171	18		3	2	1310	13	11	44

Datum	Nummern der Pfähle	Länge		Stärke in der Ummeſſung		Gewicht der Rammbäre	Länge der Pfähle in der Erde		Zahl der Arbeiter, welche gerammt haben
		Fß	Z.	Fß	Z.		Fß	Z.	
Sept.	172	17	6	2	10	1410	11	2	47
	173	18	6	3	3	1410	12	6	47
	174	18		3		1373	11	3	46
	175	17	9	3	3	1180	12	6	38
	176	17	8	2	10	1373	11	2	46
	177	18		3		1310	14		44
	178	17		3		1410	12		47
	179	16	8	2	9	1180	12	8	38
16	180	18	4	2	11	1310	11	4	44
	181	17	3	2	11	1410	11	5	47
	182	17		3		1180	12		38
	183	16		2	10	1180	10		38

Während an dem Grundwerke des Mittelpfeilers gearbeitet wurde, wurde mit der Mauerarbeit am Stirnpfeiler, an den Mauern dahinter und an den Pilaſtern fortgefahren, und der kleine Bogen, unter dem der Leinpfad durchgehen ſoll, gegründet. Unter dieſen Bogen und die Flügelmauern war kein Pfahlroſt nöthig. Das Mauerwerk wurde bis zur ſechsten Schicht Gewölbſteine des großen Brückenbogens einſchließlich aufgeführt, in den Nebenmauern aber noch eine Schicht mehr verſetzt. Alle dieſe Arbeiten waren zu Ende des October fertig.

Zu gleicher Zeit wurde auch das Mauerwerk des Mittelpfeilers aufgeführt. Die Arbeit wurde zu 3 verſchiedenen Mahlen durch hohes Waſſer unterbrochen, welches 3 Fuß und höher über die Fangedämme, die 6 Fuß hoch über den niedrigſten Waſſerſtand reichen, ging, ſo daß nach jedesmaligem Fallen deſſelben das Ausſchöpfen von neuem angefangen werden mußte. Dieſer Aufenthalt war Schuld, daß das Mauerwerk nur ſo hoch als die 2te Schicht Gewölbſteine in den zugehörigen Brückenbogen aufgeführt werden konnte. Bei einem vierten großen Waſſer, in den erſten Tagen des November, mußte mit der Mauerarbeit ganz und gar aufgehört werden.

Auf Tafel 3. findet man den Zuſtand der Arbeiten im Julius 1768, ehe noch mit der Mauerarbeit angefangen worden war, und Fig. 3. u. 4. zeigt im Grundriß ſo-

sowohl als im Durchschnitt die in dieser Arbeit bis zum folgenden Monat November gemachten Fortschritte.

Fig. 5. stellt einen Theil des Fangedamms des zweiten Pfeilers vor, der zu Anfang der Bauzeit angelegt wurde, um den Stromstrich einzuschränken, und mehr Wasser auf das Wasserrad der Schöpfmaschine zu leiten.

Die Schifffahrt ging zwischen dem Fangedamm um den ersten Pfeiler und dem, wovon eben die Rede ist, durch; aber um diese Fangedämme vor dem Anstoßen der Schiffe zu schützen, wurden gut unter einander verriegelte Pfähle geschlagen, wie dies auf dem Grundriß und dem Durchschnitt auf derselben Tafel vorgestellt ist.

Zum Beschluß der Arbeiten in dieser Bauzeit wurden die Rammen, die Nothbrücken, die Wasserschöpfungsmaschinen und die Fangedämme des Stirnpfeilers und des ersten Mittelpfeilers eingenommen. Von dem letztern blieb nur die Seite nach dem zweiten Mittelpfeiler zu und ein Stück oben rechtwinklicht auf den Stromstrich stehen, um mit zum Gerinne der Maschine zu dienen, welche hier zum Ausschöpfen des Wassers um den zweiten Mittelpfeiler angelegt werden sollte, wie man dies auf der 4ten Kupfertafel sehen kann.

1769.

Nachdem im ersten Jahre der Stirnpfeiler und der Mittelpfeiler auf der Seite nach Courbevoie zu gegründet, und die zu den Arbeiten erforderlichen Gebäude, Schuppen und Maschinen beendigt worden waren, blieb noch ein Stirn- und 3 Mittelpfeiler übrig, die im zweiten Jahre gegründet werden sollten; nämlich ein Pfeiler in demselben Arme des Flusses und das Uebrige in der Insel bei Neuilli, die zum Theil weggeschafft werden sollte, um nur einen einzigen Kanal von einem Stirnpfeiler zum andern zu bilden. (Siehe die 4te Kupfertafel.) Diese Arbeit, die an sich beträchtlich genug war, und wegen der in der 15 bis 16 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande hohen Insel vorzunehmenden Erdarbeiten noch bedeutender wurde, erforderte, daß diese im Winter vorgenommen, und die Pfähle und die andern zu den Grundwerken nöthigen Hölzer, welche zum Theil während des vergangenen Jahres angefahren worden waren, zubereitet wurden.

Auch wurden auf dem Bauplatze die Steine behauen, um die besten Arbeiter zu beschäftigen, die man beizubehalten wünschte.

Zuerst wurde der Raum zum Stirnpfeiler auf der Seite von Neuilli und zum 4ten Mittelpfeiler, der diesem zunächst liegt, so tief, als der Wasserstand es erlaubte, ausgegraben und die Erde nach den nächsten Stellen des bleibenden Theils der Insel geschafft.

Bevor mit dem Ausgraben mehr in die Tiefe gegangen werden konnte, mußte nahe am äußern Ufer der Insel in dem Arme auf der Seite von Neuilli ein Wasserrad wie das vorige und ein Schöpfrad in der Baugrube des Stirnpfeilers, 108 Fuß von ersterem entfernt, angelegt werden, wozu eine Welle von dieser Länge gehörte, welche aus 5 Stücken von 13 Zoll Stärke bestand, die an den Enden in einander verbunden waren. Dieselbe konnte mit dem Eisen um die Stöße und den zwei Drehlingen ohngefähr 8000 Pfund wiegen. Es ist leicht einzusehen, wie viel Reibung ein solches Gewicht hätte hervorbringen müssen, wenn die Welle wie gewöhnlich bloß auf hölzernen Lagern gelegen hätte. Anstatt dieser Lager wurden hölzerne Gerüste aufgestellt, auf welchen Räder von 3 Fuß Durchmesser mit eisernen Achsen über der Welle lagen. Ueber diese Räder gingen wieder Tragriemen, die die Welle an 5 verschiedenen Orten trugen und in waagerechter Lage erhielten, damit dieselbe die Bewegung des Wasserrads dem Schöpfrade durch einen Drehling an jedem Ende mittheilen konnte. (S. Taf. 10.)

Diese Maschine war zur Ausschöpfung des Wassers um den einen Stirn- und den 4ten Mittelpfeiler bestimmt, zu welchem Ende von einem Grundwerke bis zum andern ein Graben gezogen war, in welchem das Wasser vom Mittelpfeiler sich nach dem Sumpfe des Schöpfrades ziehen konnte. Es war bei der sandigen Beschaffenheit des Erdreichs im Grunde der ausgegrabenen Stellen zu fürchten, daß das Ausschöpfen beschwerlich werden würde; und da der Strom in dem Arm auf der Seite von Neuilli weniger beförderlich war, so wurde der Ausweg getroffen, denselben ohngefähr um zwei Drittel seiner Breite, welche 56 Toisen betrug, einzuschränken. Zu diesem Ende wurde ein Damm von einer Reihe Pfähle und Spundbohlen und aufgeschütteter Erde dahinter rechtwinklicht auf den Stromstrich erbaut, bloß um eine größere Wassermenge auf das Wasserrad zu leiten.

Diese Maschine setzte 12 Schöpfkasten in Bewegung, die nicht allein zum Ausschöpfen des Wassers aus den Baugruben ohne Fangedämme, und in mit vielem Sande vermischtem Erdreich hinreichend waren, sondern auch dazu, dieselben 8 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande trocken zu erhalten, und zwar zur Gründung des

Digitized by Google

4ten Mittelpfeilers und des Stirnpfeilers, deſſen hintere Seite nur 18 Toiſen vom Fluſſe entfernt war.

Nachdem die Baugruben bis auf 8 Fuß unter dem niedrigſten Waſſerſtande ausgegraben waren, ſo wurde am 15ten Mai der Anfang damit gemacht, die Grundpfähle zu ſchlagen. Hierzu wurden bis zu 8 Rammen gebraucht, nämlich 4 Zugrammen und 4 Kunſtrammen. Die Bäre der letztern wogen von 1200 bis 1880 Pfund. Jede derſelben wurde von 2 Pferden in Bewegung geſetzt, die an einem Seile zogen, welches ſich aus der Rinne eines Rades von 9 Fuß Durchmeſſer an einer einen Fuß ſtarken Welle, an der das Seil, welches den Bär hob, befeſtigt war, abwickelte. Die Zugrammen mit Bären von 1350 und 1740 Pfund ſchlugen regelmäßig täglich $4\frac{1}{2}$ Pfahl und die Kunſtrammen in derſelben Zeit $3\frac{1}{2}$ Pfahl ein. Die Pfähle gingen eben ſo tief in die Erde und hörten eben ſo auf zu ziehen, wie die unter dem Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie.

Einen Pfahl einzuſchlagen koſtete mit der Zugramme 13 Livres 15 Sous Tagelohn, mit der Kunſtramme und durch Pferde aber nur 5 Livres 1 Sou 7 Deniers, ſo daß an jedem Pfahl 8 Livres 13 Sous 5 Deniers erſpart wurden, woraus ſich ergiebt, daß die letztere Art Rammen vorzuziehen iſt, wenn die Oertlichkeit es erlaubt. Die Zeichnung von dieſer Ramme befindet ſich Taf. 11. Fig. 6. 7. 8. Die 435 Pfähle unter dem Stirnpfeiler waren am 2ten Junius vollſtändig eingeſchlagen, und die 183 unter dem Mittelpfeiler am 15ten deſſelben Monats. Sie wurden ſämmtlich 7 Fuß 6 Zoll unter dem kleinſten Waſſer abgeſchnitten.

Nachdem die Queerſchwellen aufgebracht und der Roſtbelag aufgelegt war, wurde mit Verſetzen der erſten Schicht Steine des Stirnpfeilers am 10ten Junius, und des Mittelpfeilers am 22ſten deſſelben Monats der Anfang gemacht. Zugleich wurde der Leinpfadsbogen, die Nebenmauern und die Pilaſter gegründet. Nachdem in dieſen Mauern vom kleinſten Waſſerſtande an die dritte Schicht, welche mit der dritten Reihe Gewölbſteine der Bogen zuſammentrifft, verſetzt war, wurde die Maſchine zum Ausſchöpfen des Waſſers eingenommen.

Zugleich mit den Grundpfählen des Stirnpfeilers und des 4ten Mittelpfeilers wurde der Fangedamm vor dem zweiten Mittelpfeiler geſchlagen, und eine zweite Maſchine in dem Arm nach Courbevoie zu angelegt. Mit der letztern wurde das Waſſer um den 2ten und 3ten Pfeiler vermittelſt einer Rinne von einem zum andern ausgeſchöpft, wie dies auch zwiſchen dem 4ten Mittelpfeiler und dem Stirnpfeiler

geſchehen war, von denen eben die Rede geweſen iſt. Die Maſchine wurde am 19ten Junius in Gang gebracht, und nachdem die Erde zu dieſem 2ten und 3ten Pfeiler 7 bis 8 Fuß unter dem niedrigſten Waſſerſtande ausgegraben worden war, wurde am 29ſten Junius mit dem Einrammen der 183 Pfähle unter dem 2ten Pfeiler mit 2 Zug- und 2 Kunſtrammen, welche letztere durch Pferde in Bewegung geſetzt wurden, der Anfang gemacht, und dieſe Arbeit am 16ten Julius beendigt.

Am 4ten deſſelben Monats wurde das Einrammen der Pfähle unter dem 3ten Mittelpfeiler mit 4 andern eben ſolchen Rammen, wie die zuletzt beſchriebenen, angefangen, und am 2ten Auguſt waren dieſelben ſämmtlich, 183 an der Zahl, geſchlagen. Die Pfähle wurden hierauf 7 Fuß 6 Zoll unter dem kleinſten Waſſerſtande abgeſchnitten, und am 6ten deſſelben Monats waren die Zangen und der Belag der beiden Pfeiler aufgebracht.

Die Pfähle in dieſen beiden Grundwerken ſind im Durchſchnitt 13 bis 16 Fuß in die Erde gegangen.

Mit dem Verſetzen der erſten Schicht Steine des dritten Mittelpfeilers wurde am 24ſten Julius, und mit dem Verſetzen der eben ſo vielten Schicht des 2ten Pfeilers am 7ten Auguſt der Anfang gemacht.

Das Ausſchöpfen des Waſſers hörte auf, nachdem die 3te Schicht Gewölbſteine vom niedrigſten Waſſerſtande an verſetzt worden war.

Die Maſchine war hinreichend, um das Grundwerk trocken zu erhalten, ohne daß es nöthig geweſen wäre, Scheibenkünſte zu Hülfe zu nehmen, eben ſo wenig als bei dem neuerdings erbauten Stirnpfeiler und dem 4ten Mittelpfeiler. Die Höhe des Waſſers vor den Schützen des Waſſerrades bildete einen Fall von 5 Zoll 9 Linien. Die Geſchwindigkeit des Schöpfrades war beim Anfang des Schöpfens 3¾ Umgang in einer Minute, während das der Maſchine, mit der das Waſſer um den Stirn- und Mittelpfeiler auf der Seite von Courbevoie ausgeſchöpft wurde, nur 2½ Umgänge machte. Dieſe größere Geſchwindigkeit konnte daher rühren, daß beim Anfang des Schöpfens das Waſſer weniger hoch gehoben wurde, während 12 Schöpfkaſten angebracht waren, deren jeder 4 Cubikfuß enthielt, und die ſich damals ganz füllten. Dieſe Maſchine ſchöpfte in jeder Stunde 1200 oder in 24 Stunden 28800 Muids aus, während der Waſſerſtand 2′ über dem niedrigſten war, und hob das Waſſer nur 5 bis 6 Fuß hoch. Indeſſen kann der Effect derſelben wegen des, wie ſchon bemerkt, un-

Digitized by Google

vermeidlichen Verlusts beim Ausgießen der Schöpfkasten in die Rinne, die das Wasser dem Flusse zuführt, nur auf 26000 Muids angenommen werden.

Während die untersten Schichten Gewölbsteine versetzt wurden, stieg am 13ten September das Wasser 7 Fuß 6 Zoll über den kleinsten Stand, und ging 18 Zoll hoch über die Pfähle, weshalb die Mauerarbeit am zweiten und dritten Pfeiler bis zum 3ten October unterbrochen werden mußte.

Das Mauerwerk des ersten Mittelpfeilers, welches zu Ende des Jahres 1768 bis zur 2ten Schicht Gewölbsteine gebracht und dann liegen geblieben war, wurde vom 25sten Mai 1769 an weiter aufgeführt, da das Wasser nur 4 Zoll unter der 2ten Schicht stand, und so bis zur 6ten Schicht dieses und der übrigen Pfeiler einschließlich, die 7 Fuß 7 Zoll über dem kleinsten Wasser liegt, fortgefahren. Zum Beschluß der Arbeiten in dieser Bauzeit wurden die Neben- und Rampenmauern an beiden Stirnpfeilern 14 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande gegründet. Diese Mauerarbeit wurde am 28sten October desselben Jahres beendigt, und hernach mit Stroh und Steinabgängen bedeckt, um dieselbe im Winter vor Frost und Regen zu schützen. Auf der 4ten Kupfertafel sieht man oben die Lage der Arbeiten im Monat August, und unterhalb den Zustand derselben am Ende der Bauzeit.

Während dieser Arbeiten wurden die Quadern, die rohen Werkstücke und die Bruchsteine in 12 verschiedenen Brüchen gebrochen, die Materialien zu Lande und zu Wasser angefahren, und die Quadern auf den Bauplätzen behauen. Ferner wurde das Holz zu den Lehrbogen und Gerüsten, die in der nächstfolgenden Bauzeit gebraucht werden sollten, angefahren und bearbeitet. Jeder Lehrbogen bestand aus 8 sich frei tragenden Curven, d. h. dieselben stützten sich einzig und allein auf jeder Seite gegen die Stirn- und Mittelpfeiler. Auf der 5ten Kupfertafel findet man eine Zeichnung von einem derselben.

Die Lehre, nach welcher die Curven der Lehrbogen geschnitten wurden, war eine krumme Linie, die in der Mitte 15 Zoll höher als nach der Krümmung der Bogen nöthig gewesen wäre, und so eingerichtet war, daß zwischen der Oberkante der Curven und den Gewölbsteinen 18 Zoll Zwischenraum für das Schalholz und die Keile blieb. Daß diese mehrere Höhe von 15 Zoll wegen des unvermeidlichen Setzens der Curven unter der Last aller Gewölbsteine bis zum Augenblick der Einnehmung der Lehrbogen nöthig sei, hatte sich beim Bau eines eben solchen Bogens von 120 Fuß Weite an der Brücke bei Mantes gezeigt. In der That betrug dies Setzen zu dem angegebenen

Digitized by Google

Zeitpunkte 12 Zoll 7 Linien, und nahm, während die Lehrbogen eingenommen wurden, noch um 6 Zoll 2 Linien, also überhaupt bis auf 18 Zoll 9 Linien zu; woraus hervorgeht, daß die Vermehrung der Höhe um 15 Zoll, die ohngefähr mitten zwischen den beiden Maaßen liegt, welche so eben für die Höhen angegeben worden, um die sich die Bogen wirklich gesetzt haben, zutreffend angenommen war. Man wird hernach sehen, daß, nach Wegnahme der Lehrbogen, das Setzen der Gewölbe überhaupt nur noch 3 Zoll 4 Linien betragen hat.

1770.

In dieser Bauzeit sollten die Lehrbogen der 5 großen Bogen aufgestellt, und mit dem Versetzen der untersten Schichten Gewölbsteine der Anfang gemacht werden. Aber da die zu diesen Arbeiten bestimmten Gelder eine Verminderung erlitten hatten, so konnten nur die Lehrbogen der 3 Bogen auf der Seite von Neuilli auf der Insel gleiches Namens aufgestellt werden. Am 3ten Julius 1770 waren die 24 Curven zu diesen 3 Bogen, wovon 8 schon zu Ende des Jahres vorher fertig waren, abgebunden, welche Arbeit 15 Zimmerleute beschäftigt hatte. Es soll nunmehr aus einander gesetzt werden, auf welche Art die Lehrbogen aufgestellt worden sind, ohne jedoch einiger Verfahrungsarten zu erwähnen, die auf der 15ten und 16ten Kupfertafel, welche die Lehrbogen des mittelsten Bogens der Brücke bei Mantes darstellt, der gleichfalls, wie schon gesagt, 120 Fuß weit ist, ausführlicher zu sehen sind.

Aufstellung der Lehrbogen.

Daß die Oberfläche der Insel 15 bis 16 Fuß über dem niedrigsten Wasser lag, hat die Aufstellung der Lehrbogen erleichtert und zugleich weniger kostbar gemacht, vorzüglich darum, weil unter diesen Umständen eine Nothbrücke nach der ganzen Länge und Breite der Bogen unnöthig wurde. Nur um die Mittelpfeiler und vor die Stirnpfeiler wurden an den Stellen, welche der Grundwerke wegen ausgegraben worden, kleine Nothbrücken angelegt. (Siehe Taf. 6.)

Am 4ten Julius, nachdem eine Ramme in Stand gesetzt und auf einem Marnekahn aufgestellt war, wurden die Pfähle zu diesen Nothbrücken geschlagen. Der Bär wog 400 Pfund. Zwölf Tagelöhner und ein Schwanzmeister schlugen 7, 8, und manchmal 9 Pfähle täglich, 6 bis 7 Fuß tief in die Erde. Der Schwanzmeister erhielt täglich 45 Sous, die Tagelöhner täglich 24 Sous. Ein Zimmermann spitzte die Pfähle,

Digitized by Google

die 19 bis 20 Fuß lang, und 9, 10 und 11 Zoll im Durchmeſſer ſtark waren. Vier Tagelöhner ſchafften dieſelben mit Hülfe eines Pferdes vom Zimmerplatz auf die Bauſtelle. So wie die Pfähle geſchlagen wurden, ſchnitten die Zimmerleute dieſelben ab, verholmten ſie, legten die Straßbalken, und hernach die Bohlen auf. Alles dies wurde übrigens mit eiſernen Nägeln befeſtigt.

Sobald die Rothbrücken im 5ten Bogen auf der Seite von Neuilli beendigt waren, wurden die Widerlagsſäulen gegen die Seite des Stirnpfeilers und des Mittelpfeilers auf den letzten Abſatz der Grundmauern von 2 Fuß Breite geſetzt. Dieſer Abſatz war abgekehrt und gereinigt worden, damit jede Widerlagsſäule genau auf den Quaderſteinen aufſtand. Die Mitte der beiden äußerſten war $19\frac{1}{2}$ Zoll von der reinen Mauer der Häupter entfernt, und die andern ſtanden von Mitte zu Mitte 5 Fuß 10 Zoll 10 Linien aus einander. Jede Säule ſtand zwiſchen den Vorſprüngen, die man aus Vorſicht in jeder zweiten und vierten Reihe Gewölbſteine zu beiden Seiten jeder derſelben gelaſſen hatte. Hierauf wurden dieſelben verholmt. Während dieſer Arbeit machten andre Zimmerleute die Hebezeuge, Haſpel und Rüſtböcke zurecht, die zum Richten gebraucht wurden. Dieſe Vorbereitungen dauerten bis zum 11ten Julius. Am 12ten wurden 8 Hebezeuge aufgeſtellt, von denen jedes mit 4 Seilen an auf der Inſel eingeſchlagene Pfähle befeſtigt war.

Es wurde immer nur eine Curve auf einmahl gerichtet, und mit der am Oberhaupt der Anfang gemacht, nachdem auf den Rothbrücken und auf den Köpfen niehrerer ins Erdreich der Inſel geſchlagenen Zeichenpfähle der Durchſchnitt derſelben mit der ſenkrechten Ebene durch die Mitte jeder Curve genau aufgezeichnet worden war, damit ſich die Arbeiter beim Aufſtellen der Lehrbogen danach richten konnten. Zu jeder Curve wurden 2 Rotten angeſtellt, deren jede mit den unterſten Bändern anfing und bis zur Mitte fortfuhr.

Jede Rotte hatte 4 Hebezeuge, 2 Haſpel, 3 Fußwinden, und beſtand aus 4 Zimmerleuten und 10 Tagelöhnern, wovon an jedem Haſpel 4 Mann arbeiteten, und der 5te das Schwenkſeil hielt, was für die beiden Rotten 8 Zimmerleute und 20 Tagelöhner ausmachte. 8 andere Tagelöhner brachten das Holz auf einem Blockwagen vom Zimmerplatze auf die Bauſtelle, und konnten die zwei Rotten verſorgen. Die mittlere Entfernung, auf welche das Holz angefahren werden mußte, betrug 90 Toiſen.

Wenn eine Curve beinahe fertig gerichtet und nicht Spielraum genug da war, um die mittelſte Hängeſäule einzubringen, ſo wurde derſelbe dadurch geſchafft,

Digitized by Google

daß die Curve mit 6 auf die ganze Länge derſelben vertheilten Fußwinden gehoben wurde. Gleichwohl iſt dieſes Mittel ſehr wenig angewandt worden, weil die Vorſicht gebraucht worden war, alles einige Zoll zu hoch zu halten, um das Einbringen zu erleichtern.

Sobald eine Curve ganz aufgeſtellt und verbolzt war, wurden die Unterlager auf den Rüſtböcken herausgenommen, die Stützen von beiden Seiten vermittelſt der Fußwinden, die ſolche in dieſem Augenblick hielten, herausgenommen, und die Curve langſam niedergelaſſen, bis ſie durch ihr eignes Gewicht ſich ſelbſt überlaſſen war. Dieſes Verfahren brachte die Fugen zuſammen, wodurch die Enden der Bänder und Spannriegel ſich auf den Grund der Einſchnitte der Hängeſäulen aufſetzten, und die ganze Curve von ſelbſt in ihre eigenthümliche Lage kam. Hierauf wurde dieſelbe eingerichtet, d. h. man brachte die Mitte derſelben nach der ganzen Länge genau ſenkrecht über die unten auf den Rothbrücken gezogene Linie. In dieſer Lage wurde ſie durch von beiden Seiten angebrachte Streben ſo lange gehalten, bis die Zangen eingebracht waren.

Damit dieſe Curven weniger ſtark gegen den Pfeiler drücken ſollten, ſo wurden ſie nur an 2 Stellen unterſchlagen, und blieben ſo ſtehen, bis die Lehrbogen zu den zwei andern Bogen gerichtet waren, welches bis zum folgenden Jahre aufgeſchoben worden war. Hierauf wurden die Unterſtützungen herausgenommen, welches deshalb ſehr nöthig war, damit die Lehrbogen ſich während der Aufführung der Gewölbe frei und gleichförmig ſetzen konnten, und ihr ganzer Schub auf den Stirnpfeiler zu wirken vermochte.

Die vorbemerkte Anzahl Arbeiter brachte regelmäßig 2 Tage zu, um eine Curve aufzuſtellen, die Knaggen darauf zu bringen, dieſelbe einzurichten, die Muttern an den 3 Schraubenbolzen in jeder Hängeſäule anzuziehen, ſie zu unterſchlagen, und die Geſchirre von einer Curve nach der andern zu bringen.

Sobald die 8 Curven eines Bogens gerichtet waren, wurden die Hebezeuge und die Geſchirre in den nächſten Bogen geſchafft. Gewöhnlich gehörte ein Tag dazu, um die erforderlichen Vorbereitungen zu treffen, damit die erſte Curve eines andern Lehrbogens gerichtet werden konnte.

Am 30ſten Julius waren die 8 Curven des 5ten Bogens bis auf das Einbringen der Zangen gerichtet, am 16ten Auguſt die des 4ten, und am 31ſten deſſelben Monats die des 3ten Bogens.

So-

Sobald die 8 Curven im 5ten Bogen ſtanden, wurden Zimmerleute dabei angeſtellt, um die Zangen einzubringen. Bevor dieſelben unter einander verbunden wurden, ſahe man alle Curven aus Vorſicht noch einmahl nach, und ſtellte jede überall genau in ihre lothrechte Ebene.

Da es ſchwierig geweſen wäre, dieſe Zangen wegen ihrer Länge aus einem Stücke Holz zu machen, ſo wurde es für beſſer gehalten, jede Hälfte einer Zange aus einem langen und einem kurzen Stücke zuſammen zu ſetzen, welche, um Verband zu erhalten, ſo eingebracht wurden, daß die Stöße nicht auf einander trafen. Jede 2 ſolcher Stücke wurden durch 2 Zähne mit einander verbunden, die nach der Dicke oder Höhe und nicht nach der Breite der Zangen gingen, in einander griffen, und mit 4 kleinen Schraubenbolzen zuſammengezogen wurden.

Am 20ſten September waren die Zangen, die Riegelhölzer und die Sturmbänder in die 3 Lehrbogen eingebracht; am folgenden Tage war die Oberkante des Lehrbogens zu dem 5ten Brückenbogen 29 Fuß 3 Zoll 9 Linien über dem niedrigſten Waſſerſtande, und die des 4ten eben ſo hoch. Nach der aufgeriſſenen Linie durfte dieſe Höhe nur 29 Fuß 3 Zoll betragen; jene 9 Linien darüber kamen daher, daß die Lehrbogen noch ein wenig durch Stützen gehalten wurden. Der Lehrbogen zum 3ten Brückenbogen war 29 Fuß 4 Zoll 3 Linien hoch, oder 15 Linien höher als die aufgeriſſene Linie, nach der die Curven gearbeitet worden waren, weil derſelbe ſtärker geſtützt war, als die andern, um den zu großen Schub gegen den 2ten Pfeiler zu verhüten, der nach dem 2ten Bogen hin frei ſtand.

Mit dem Verſetzen der Steine wurde am 14ten Auguſt der Anfang gemacht. Bei dem Stirnpfeiler auf der Seite von Neuilli wurden 6 Mann angeſtellt: einer zum Verſetzen, drei dieſem zur Hülfe, und zwei zum Vergießen der Fugen. Dieſe Mannſchaft verſetzte 2 Schichten am Stirnpfeiler, hierauf eben ſo viel am 4ten und nach und nach auch am 2ten und 3ten Pfeiler.

Erſt am 24ſten September wurde noch eine Kameradſchaft Steinmetzen angeſtellt. Dieſe zwei Kameradſchaften arbeiteten bis zum 8ten November; dann aber mußten des ſchlechten Wetters wegen die Arbeiten unterbrochen werden.

Es wurde die 7te, 8te, 9te und 10te Schicht untere Gewölbſteine am Stirnpfeiler, und die rauhen Werkſtücke hinter den lothrechten Mauern in der Vorderſeite der Brücke verſetzt, die Pilaſter und die Mauern dahinter wurden aufgeführt, und eben ſo hoch abgeglichen, ſo wie das Bruchſteinmauerwerk dahinter. Auf die ſechs

Schichten untere Gewölbsteine, die im Jahre vorher versetzt worden waren, wurden nur noch drei aufgebracht, und die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler eben so hoch abgeglichen, um den untern Enden der Lehrbogen einen festern Stützpunkt zu verschaffen.

Am ersten Pfeiler und dem Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie geschah in diesem Jahre nichts.

Am 9ten November mußten alle Arbeiter abgehen, bis auf 18 Zimmerleute, die im Winter an den beiden andern Lehrbogen arbeiten sollten.

Während der Bauzeit wurden die Erdarbeiten auf der Höhe bei Chantecoq, am Stern auf derselben und an dessen verschiedenen Strahlen betrieben, so daß hier im Monat December 1500 Rüstern gepflanzt werden konnten.

Auf Taf. 6. oben findet man Grund- und Aufriß von der Lage der Arbeiten am Ende des Jahres 1770.

1771.

Während dieser Bauzeit sollten die Curven im ersten und zweiten Brückenbogen auf der Seite von Courbevoie, in welchen die Lehrbogen noch nicht standen, aufgestellt, eine Nothbrücke zur Herbeischaffung der Hölzer, der Lehrbogen und der Steine, jedoch hoch genug, um während dieser ganzen Arbeit die Schifffahrt nicht zu unterbrechen, angelegt, und endlich so viel Reihen Wölbsteine als möglich versetzt werden. (Siehe Taf. 6. unten.)

Vom 1sten Januar 1771 bis zum 3ten April wurde mit Anschaffung der Quadersteine, der rauhen Werkstücke, der Bruchsteine und des Cements fortgefahren. Die Zimmerleute beendigten einstweilen die sechzehn Curven, die noch im ersten und zweiten Bogen über den Arm auf der Seite von Courbevoie, der zur Schifffahrt gebraucht wird, aufzustellen blieben.

Am 3ten April wurde eine Ramme in Stand gesetzt, womit die Pfähle der Nothbrücke zum Richten des Lehrbogens im zweiten Brückenbogen geschlagen werden sollten. In der Mitte dieses Bogens wurde eine Oeffnung gelassen, durch welche die Schifffahrt ihren Fortgang haben sollte, damit dieselbe während der Erbauung der Gewölbe nicht unterbrochen würde. Diese Oeffnung wurde von beiden Seiten mit starken Pfählen verwahrt, um die Lehrbogen und die Nothbrücken gegen das Anstoßen der Schiffe zu sichern.

Digitized by Google

Zu gleicher Zeit wurde eine zweite Nothbrücke zur Seite der neuen Brücke über den ganzen Arm des Flusses und ansteigend, in der Höhe des gewachsenen Bodens der Insel auslaufend, erbaut. Man bediente sich ihrer zum Anfahren des Holzes; sie wurde aber hauptsächlich gebaut, um auf derselben die Quadern, die rauhen Werkstücke und die Bruchsteine an Ort und Stelle zu schaffen, und einen Theil des Erdreichs aus der Insel hinter den Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie darüber zu fahren, um bei guter Zeit den Damm am Ende der Brücke schütten zu können. Auch hielt man für zweckmäßiger, diese Nothbrücke auf der untern Seite anzulegen, damit sie dem Stoß des Eises im Winter weniger ausgesetzt wäre, indem sie bis zur Einnahme der Lehrbogen, wozu man erst das folgende Jahr bestimmt hatte, stehen bleiben sollte. Die Unterkante der Balken über der Oeffnung, durch welche die Schifffahrt gehen sollte, lag 22 Fuß 9 Zoll über dem niedrigsten Wasserstande, und 2 Zoll niedriger als die Hängesäulen in der Mitte des Lehrbogens.

Die größten Seineschiffe sind 28 Toisen lang und 26 bis 28 Fuß breit. Wenn sie beladen sind, so stehen die Steuerruder 15 Fuß aus dem Wasser heraus; und wenn sie unbeladen sind, nur 17 Fuß, also nur 2 Fuß mehr, obgleich diese nämlichen Schiffe im ersten Falle 6 Fuß und drüber tiefer im Wasser gehen. Dieser Unterschied kommt daher, daß die Schiffe am hintern Ende, wo das Steuerruder angebracht ist, immer weniger beladen sind, als am vordern. Bei dieser Höhe der Unterkante der Nothbrücke von 22 Fuß 9 Zoll konnten die größten beladenen stromaufgehenden Schiffe, wenn der Wasserstand nicht höher als 7 und $7\frac{1}{2}$ Fuß über dem niedrigsten, und die leeren stromuntergehenden, wenn derselbe nicht mehr als 5 bis $5\frac{1}{2}$ Fuß höher als der letztere war, durchgehen. Stand das Wasser höher, so war Wasser genug im andern freien Arm auf der Seite von Neuilli, um den größten beladenen Schiffen den Durchgang zu gestatten.

Am 27sten April wurde mit dem Aufstellen der Lehrbogen zu diesem ersten und zweiten Brückenbogen angefangen, und dabei auf vorbeschriebene Art verfahren. Diese Arbeit wurde am 17ten Julius beendigt. In jeden Lehrbogen, der aus 8 Curven bestand, kamen 4452 Balkenmaaß, also in alle 5 Lehrbogen 22260, jedes 3 Cubikfuß enthaltend, bloß mit Ausschluß der Schalhölzer und Unterlager, welche erstere 7 und 8 Zoll oder auch 8 Zoll im Quadrat stark waren.

In jeden Lehrbogen kamen 323, also überhaupt 1615 Bolzen, jeder mit Schraube 21, alle zusammen 33915 Pfund schwer. Die Köpfe dieser Bolzen waren

viereckig und in das Holz eingelaſſen, damit ſie ſich beim Anziehen der Schrauben mit dem Schlüſſel nicht drehen konnten.

Außerdem kamen in jeden Lehrbogen 470 kleinere Bolzen, um die Knaggen oder Curven auf die letzten Hängebänder zu befeſtigen; jeder derſelben wog 2 (10?) Pfund, alſo alle zuſammen 4700 Pfund Eiſen.

Am 22ſten April wurde mit nicht mehr als 2 Steinnetzen angefangen, auf jeder Seite der 3 Bogen, deren Lehrbogen im vorigen Jahre gerichtet worden waren, 2 Schichten Gewölbſteine aufzubringen, welches überhaupt 11 Schichten, oder 5 mehr als in den 2 Bogen auf der Seite von Courbevoie, ausmachte. Man hielt es nicht für zuträglich, noch mehr Schichten einzubringen, da hieraus ſonſt ein zu großer Schub gegen dieſe beiden mit I und II bezeichneten Bogen hätte entſtehen können, bevor das Gleichgewicht durch das Einbringen von noch mehr Schichten Gewölbſteine in dieſelben wieder hergeſtellt geweſen wäre. Unmittelbar nach Aufſtellung der Lehrbogen der eben erwähnten beiden Brückenbogen wurden in denſelben ſo ſchnell als möglich 5 Schichten Gewölbſteine, als ſo viel bisher hier weniger als in den andern Bogen eingebracht waren, verſetzt, worauf 6 Rotten Steinnetzen damit beſchäftigt wurden, gleichförmig immer mehr Schichten Gewölbſteine in allen 5 Bogen zu verſetzen. So wurde bis zur 18ten und 19ten Schicht von unten fortgefahren, alſo in jedem Bogen überhaupt 36 bis 38 Schichten verſetzt. Dieſe ganze Arbeit wurde bei ſehr günſtiger Witterung im Anfang des November fertig. Zugleich wurde jede Reihe Gewölbſteine durch große rauhe Werkſtücke verſtärkt, die nach dem Fugenſchnitt bearbeitet und in Verband verſetzt, hernach aber 24 Fuß hoch über dem niedrigſten Waſſerſtande waagerecht abgeglichen wurden.

So wie eine Schicht Gewölbſteine verſetzt war, wurde, um das Ausweichen der Lehrbogen nach oben zu verhindern, der Obertheil derſelben mit einer hinreichenden Menge von auf Bohlen gelegten Gewölbſteinen ſo lange beſchwert, bis 52 Wölbſteine auf jeden Lehrbogen aufgebracht waren. Jenes Ausweichen würde auf jeden Fall durch die Laſt der Gewölbſteine, von den 6 erſten nicht laſtenden und daher ohne Lehrbogen verſetzten Schichten an, verurſacht worden ſein. Sämmtliche Gewölbſteine wurden mittelſt einer auf der Nothbrücke für jeden Bogen beſonders angebrachten Maſchine aufgebracht. Zeichnung und Beſchreibung einer ſolchen befinden ſich Taf. 12. Fig. 1. u. 2.

Die Abmeſſungen eines Gewölbſteins im obern Theile des Bogens waren in der Regel nach der Dicke des letztern 5 Fuß, nach der Länge deſſelben 4 Fuß, und nach

Digitized by Google

der mittlern Wölbung 18 Zoll, welches 30 Cubikfuß Inhalt giebt. Ein Cubikfuß wiegt 165 Pfund, alſo 52 Gewölbſteine beinahe 260000 Pfund, womit jeder Lehrbogen damals belaſtet war. Obgleich dies Gewicht ſehr bedeutend war, ſo haben ſich die Lehrbogen doch nur um 6 Linien geſenkt.

Die Gewölbſteine wurden genau nach der krummen Linie behauen, die der Durchſchnitt jedes Gewölbes nach Wegnahme der Lehrbogen bilden ſollte, und deren lichte Höhe oder kleine Axe 30 Fuß lang war; allein da, wie ſchon früher bemerkt, angenommen worden, daß die Bogen ſich um 15 Zoll ſetzen würden, ſo mußten die Gewölbſteine nach einer in der Mitte 15 Zoll höhern krummen Linie verſetzt werden, wonach auch die einzelnen Curven der Lehrbogen eingerichtet worden waren. Andrerſeits mußte bei dem unvermeidlichen und allmählig erfolgenden Setzen der Curven, die, je mehr ſie belaſtet werden, ſich um ſo mehr zuſammendrücken, und bei der Schwierigkeit, die Gewölbſteine bei ſo großen Gewölben nach einer Schnur, oder Chablone, zu ſetzen, ein anderes ſichreres und leichter auszuführendes Mittel gewählt werden. Dies beſtand in einem Viertelskreiſe, worauf die Winkel, welche die Lagerflächen der einzelnen Gewölbſteine mit einer ſenkrechten Ebene bilden, verzeichnet waren, während dieſe ſenkrechte Ebene durch ein Bleiloth angegeben wurde, das an einem, im Mittelpunkt des Viertelskreiſes, auf deſſen einem Schenkel eine correſpondirende Linie eingeſchnitten war, befeſtigten Faden hing. Eine Zeichnung von dieſem Quadranten iſt Taf. 9. Fig. 14. befindlich. Nähere Erläuterungen in dieſer Hinſicht geben Fig. 1. 2. 3. auf der 17ten Kupfertafel, welche die Brücke zu Mantes betreffen, und die Beſchreibung dieſer Brücke; desgleichen die Beſchreibung der Art und Weiſe, wie die Gewölblinien im Großen aufgezeichnet und die Rechnungen zur Eintheilung des Quadranten geführt wurden.

Der Abſtand des obern Endes der in die innere Wölbungslinie fallenden Seite jedes Gewölbſteins war von einer waagerechten Linie durch den Anfangspunkt des Bogens und von einer ſenkrechten durch den letztern, oder, welches gleichviel iſt, von der reinen Mauer der Mittel- und Stirnpfeiler berechnet, wodurch das Verfahren mit dem Viertelskreiſe geprüft und die Fehler berichtigt wurden, welche ohne dieſe Vorſicht durch das Setzen der Lehrbogen hätten entſtehen können. Die Reſultate dieſer Rechnungen wurden darauf in eine Tabelle zuſammengeſtellt, die hier in Betreff der Brücke von Neuilli folgt.

Digitized by Google

Tabelle

des senkrechten und waagerechten Abstandes der Gewölbsteine in der Brücke von Neuilli, vom Anfangspunkt des Bogens.

Zahl	Senkrechter Abstand vom Anfangspunkt des Gewölbes			Waagerechter Abstand von der reinen Mauer der Mittel- und Stirnpfeiler		
	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.
11	14	10	10	4	6	9
12	13	10	7	5	4	2
13	14	9	8	6	1	11
14	15	8	7	7		3
15	16	6	10	7	11	3
16	17	4	10	8	10	6
17	18	2	10	9	10	5
18	18	11	11	10	10	11
19	19	9	1	11	11	9
20	20	5	7	13		10
21	21	2	1	14	1	10
22	21	9	10	15	3	3
23	22	5		16	5	3
24	22	11	11	17	7	2
25	23	6	7	18	9	2
26	24	1	1	19	11	2
27	24	7	5	21	1	8
28	25	1	4	22	3	11
29	25	6	9	23	6	4
30	26			24	8	10
31	26	5	1	25	11	9
32	26	9	9	27	2	6
33	27	2	1	28	5	8

Zahl	Senkrechter Abstand vom Anfangspunkt des Gewölbes			Waagerechter Abstand von der reinen Mauer der Mittel- und Stirnpfeiler		
	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.
34	27	6	4	29	8	6
35	27	10	4	30	11	7
36	28	2	5	32	2	8
37	28	6	1	33	6	3
38	28	9	6	34	10	1
39	29		9	36	2	
40	29	3	10	37	5	9
41	29	6	7	38	9	5
42	29	9	5	40	1	4
43	30			41	5	7
44	30	2	3	42	9	6
45	30	4	3	44	1	3
46	30	6		45	5	1
47	30	7	7	46	9	4
48	30	9		48	1	3
49	30	10	3	49	6	5
50	30	11	4	51		3
51	31		3	52	5	3
52	31	1	1	53	9	6
53	31	1	10	55	1	8
54	31	2	6	56	6	4
55	31	2	11	57	10	11
56	31	3		59	3	7

Während der Versetzung der Gewölbsteine wurden die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, die Deckplatten und die Abdachungen derselben, jede der letztern aus einem einzigen Stein bestehend, aufgebracht, und zugleich die Stirnpfeiler, die rechtwinklicht auf dieselben stoßenden nach hinten zu liegenden und die Flügel-Mauern, die Pilaster und die Hintermauerung der Bogen aufgeführt.

Auf dem untern Theile der 6ten Kupfertafel ist die Lage der Arbeiten zu Ende der Bauzeit im angeführten Jahre angegeben, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß die mit A bezeichneten Zimmerstücke, die hier die Lehrbogen zu unterstützen scheinen, nur dazu eingebracht sind, um die Nothbrücke zu tragen, da, wie schon gesagt, die Lehrbogen nur gegen die Mittel- und Stirnpfeiler drückten.

Digitized by Google

Die Erdarbeiten auf dem Wege vom Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie an, auf der Höhe bei Chantecoq und auf dem Wege, der in die Straße nach St. Germain führen soll, wurden fortgesetzt. Diese Wege sind vom Fuße des steigenden Theils der neuen Straße an gepflastert und am 1sten October die Erlaubniß zum Gebrauch derselben ertheilt worden.

Folgende ganz einfache Inschrift wurde in eine Kupferplatte gegraben, und mit den verschiedenen Gold- und Silbermünzen aus der Regierung Ludwig des Funfzehnten in ein Kästchen von Eichenholz gelegt, welches dann in der diesjährigen Bauzeit in einen Stein in der Brücke eingelassen wurde:

„Im Jahre 1768 nach Christi Geburt, dem 54sten der Regierung Ludwigs XV. des Vielgeliebten, wurde die Gründung der massiven Brücke zu Neuilli an der Seine unter Leitung des ordentlichen Staats- und Königlichen Raths, auch Finanz-Intendanten, Daniel Carl Trudaine, angefangen, im Jahre 1769 aber unter der Leitung seines Sohnes und Nachfolgers als Staatsrath, Johann Carl Philibert Trudaine, beendigt. Zu dieser Zeit war sein Schwager, Herr Stephan Mainon von Invau, Staatsminister und General-Controleur der Finanzen, mit der Leitung der Brücken- und Chaussee-Angelegenheiten beauftragt."

1772.

Die Lehrbogen, von denen jeder, wie schon vorher gesagt, mit 18 und 19 Schichten Gewölbsteinen auf jeder Seite, und einem Gewicht von 260000 Pfund in der Mitte belastet war, litten im Winter durchaus keinen Schaden, eben so wenig als die Nothbrücke. Der Wasserspiegel war zwar um 17½ Fuß gestiegen, allein es blieb noch immer 5½ Fuß Zwischenraum von diesem hohen Wasserstande bis zu den Balken der letztern.

Die Lehrbogen hatten sich ebenfalls nicht mehr gesetzt, obgleich sich dies wohl erwarten ließ, da sie schon mit einer so beträchtlichen Last beschwert waren. Aber es wäre nicht vorsichtig gehandelt gewesen, dieselben auch noch den folgenden Winter hindurch unter der Last der noch mehr aufgebrachten Schichten Gewölbsteine stehen zu lassen; vielmehr war es deshalb nöthig, daß sämmtliche 5 Bogen zum Schluß gebracht wurden, und dann doch noch Zeit genug übrig blieb, vor Ende der Bauzeit die Lehrbogen und Nothbrücken einzunehmen. Dazu mußten noch 1970 Gewölbsteine gebrochen,

Digitized by Google

angefahren, und auf den Bauplätzen behauen werden, also ohngefähr der dritte Theil von den 5650 Stücken, welche überhaupt zur Brücke gebraucht wurden. Zu dem Ende mußten täglich 350 Mann in den Steinbrüchen arbeiten, wovon die mehresten in dem zu Saillancourt angestellt waren, da sich hier die besten Steine fanden, und außerdem die Höhe der Bank von 12 bis 15 Fuß es möglich machte, Quadern von wünschenswerther Größe zu erhalten. Es wurden 76 Pferde und 3 bis 4 Schiffe gebraucht, erstere um diese Steine vom Steinbruch bis zur Einladestelle zu Meulan zwei Lieues weit durch eine bergige Gegend zu schaffen, letztere um dieselben stromauf bis nach Neuilli, bei den großen Krümmungen der Seine 19 Lieues weit, anzufahren.

Am 1sten April wurde die Arbeit mit 30 Steinmetzen auf den Bauplätzen angefangen, und, so wie die Materialien nach und nach ankamen, diese Anzahl bis auf 40 Mann erhöht. Während dieser Bauzeit wurden überhaupt sowohl zu den Arbeiten an der Brücke als zu den Erdarbeiten 872 Mann beschäftigt, mit Einschluß von 47 Zimmerleuten, 20 Steinmetzen zum Versetzen der Werkstücke, und 100 dergleichen den letztern zur Hülfe und zum Vergießen. Pferde wurden in der Regel 167 gebraucht.

Während des Winters hatte man auf der Insel eine Nothbrücke in der verlängerten Richtung und Höhe der im vorigen Jahre über den Fluß gebauten angelegt.

Am 22sten April wurde mit dem Versetzen neuer Schichten Gewölbsteine wieder der Anfang gemacht, und dann ununterbrochen damit fortgefahren. In jeden Bogen wurden zugleich und von beiden Seiten gleichviel Schichten Gewölbsteine eingebracht: eine Aufmerksamkeit, welche bei dieser Bauart um so nöthiger war, als man die Lehrbogen nicht ungleichförmig belasten darf, auch einer derselben, bei dem man hierauf nicht geachtet, und auf welchen auf der einen Seite 2 Schichten Gewölbsteine, die etwa 100000 Pfund wiegen konnten, mehr als auf der andern gebracht worden waren, sich schon ein wenig nach der entgegengesetzten Seite geschoben hatte. Um diese Wirkung wieder aufzuheben, wurden hier zwei Schichten Gewölbsteine eingebracht, wodurch man alsobald das Gleichgewicht wieder herstellte. Mit Belastung des obern Theils der Lehrbogen wurde ebenfalls fortgefahren, um das Ausweichen derselben nach oben zu verhüten, welches die Einbringung neuer Schichten Gewölbsteine und die Hintermauerung der Bogen bei fortgesetzter Arbeit an den Gewölben hervorgebracht haben würde. Die dazu gebrauchten Steine wurden über einander auf die breite Seite gelegt, und zwar in gleicher Anzahl auf jeder Seite der Mitten der Lehrbogen.

Um

Um ſie leicht wieder abheben zu können, wurden ſtarke hölzerne Keile dazwiſchen gelegt.

Dieſe Belaſtung wurde nicht weiter fortgeſetzt, nachdem die 34ſte Schicht auf jeder Seite jedes Gewölbes verſetzt und jeder Lehrbogen mit 170 Steinen belaſtet war, die ohne die Steine an den Häuptern zu 20 oberen Schichten, wozu ſie beſtimmt waren, hinreichen mußten. Dieſe Steine waren ſchichtenweiſe gelegt, und wogen ohngefähr 858000 Pfund.

Als der obere Theil der Lehrbogen mit den letzten Gewölbſteinen beſchwert wurde, fand ſich, daß die 6 innern Curven ſich $2\frac{1}{2}$ Zoll mehr als die an den Häuptern geſetzt hatten. Dieſe letztern ſind in der That am wenigſten belaſtet, da ſie nur etwa 4 Fuß 7 Zoll von der Länge des Gewölbes tragen, während auf jeder der übrigen 5 Fuß 10 Zoll 10 Linien, als ſo weit dieſelben von Mitte zu Mitte aus einander ſtehen, folglich ein Fünftheil Laſt mehr liegt.

Zunächſt wurden 8 Quadern mehr auf jede der äußern Curven gebracht, welche zuſammen 36000 Pfund wogen, um dieſelben ſo tief als die andern niederzudrücken; allein ſie ſetzten ſich unter dieſer Belaſtung nur um 6 Linien. Um unter dieſen Umſtänden nachzuhelfen, wurden unter das Schalholz in den Scheiteln der Bogen 2 Zoll ſtarke Keile und ſchwächere unter die übrigen gelegt, und zwar nach Verhältniß des Setzens, welches gegen den Anfang der Bogen bis auf Null abnahm.

Um ähnlichen unangenehmen Zufällen vorzubeugen, die hier übrigens keine nachtheiligen Folgen hatten, wird es nützlich ſein, die innern Curven zu verſtärken, oder weniger Raum zwiſchen denſelben zu laſſen.

Mit dem Verſetzen der Wölbſteine wurde immer in gleicher Anzahl auf beiden Seiten der Bogen fortgefahren, und unterhalb der 50ſten Schichten diejenigen genommen, womit die Lehrbogen belaſtet worden waren. Am 26ſten Julius wurde der letzte Schlußſtein eingebracht.

Nachdem die 50ſte Schicht Gewölbſteine von jeder Seite der Bogen verſetzt war, wurden an den Häuptern die noch auszufüllenden Räume gemeſſen, und durch 13, als ſo viel Schichten noch einzubringen waren, dividirt, um die Dicke der einzelnen Schichten danach einzurichten, wobei für jede Fuge 6 Linien gerechnet wurden. Dies Verfahren wurde bei der 53ſten Schicht wiederholt, da ſich die Lehrbogen noch immer von neuem und fortwährend ſetzten. Durch dieſe Vorſicht gelang es, die Gewölbe mit einer, ſehr wenig mehr als die andern, ſtarken Schicht zu ſchließen; auch war dieſe

Digitized by Google

Vorsicht um so nöthiger, als man ohne dieselbe vor ohngefähr 30 Jahren bei der Brücke zu Poissy nicht Raum genug für den Schlußstein gelassen hatte, wie dies noch aus der Fuge, die mitten im Bogen gemacht werden mußte, hervorgeht.

Die 7 letzten Schichten Gewölbsteine wurden, mit Einschluß des Schlusses, nur auf Keilen und trocken versetzt, in der Absicht, hier Keile von der ganzen Höhe der Gewölbsteine einzubringen, welche zwischen mit Seife bestrichenen Latten sehr gleichförmig, in allen Bogen zu gleicher Zeit, und nach und nach immer mit schwereren Schlägeln so lange eingetrieben werden sollten, bis die Rücken gesprungen wären, um die Gewölbe mehr zu spannen und das Setzen derselben zu vermindern, wie dies bei der Brücke zu Mantes mit einer viel größern Menge von Gewölbsteinen geschehen war; allein in Erwägung, daß hierdurch bei der gedachten Brücke eine gewisse Quantität Gewölbsteine vor den Fugen der treffenden Schichten, wo der Stoß schief gewirkt hatte, gesprungen waren, und dies Verfahren nicht die erwartete Wirkung gehabt hatte, so wurden die Keile bei der Brücke zu Neuilli weggelassen.

Nachdem die Fugen auf der innern Seite der Wölbung mit Werg ausgestopft waren, wie dies bei allen Wölbsteinen geschieht, um das Auslaufen des Mörtels zu verhindern, wurden dieselben mit Mörtel von Kalk und gesiebtem Cement vergossen und mit platten und harten Steinabgängen ausgezwickt, welche mit langen eisernen, vorn eckigen, hierzu besonders verfertigten Kellen eingetrieben wurden.

Demnächst wurden die Gewölbe in den untern Theilen noch verstärkt, d. h. noch Gewölbsteine in der Verlängerung der untersten eingebracht, und mehrere Schichten in die Häupter vor der Hintermauerung versetzt. Die Hintermauerung wurde nicht höher geführt als nöthig war, um den in der Verlängerung der untern Gewölbsteine eingebrachten Schichten von hinten Widerlage zu verschaffen; auch wurde mit Erbauung der Bogen über den Leinpfaden, um dem Schub auf den Stirnpfeiler entgegen zu wirken, fortgefahren, und sind dieselben am 12ten August geschlossen worden.

Nachdem alle 38sten Schichten Gewölbsteine und darauf diejenigen versetzt waren, welche zur Belastung der Obertheile der Lehrbogen gedient hatten, deren Gewicht überhaupt 930000 Pfund betrug: so fand sich, daß die Lehrbogen sich nur 3 Linien unter die 9 und 15 Linien gesetzt hatten, von denen in Betreff der 3 im Jahre 1770 gerichteten Lehrbogen die Rede gewesen ist. Dieselben waren großen Theils mit Stützen versehen, welche verhinderten, daß die Bänder in den zwischen die Hängesäulen fallenden Stößen nicht zusammengehen konnten, was, wie schon bemerkt, deshalb

geschehen war, um den Schub gegen den damals ganz frei stehenden 2ten Mittelpfeiler aufzuheben.

	Zoll	Lin.
Daher darf diese Erhöhung von 9 und 15 Linien bei der folgenden Angabe des Setzens der Lehrbogen nicht mit in Rechnung kommen, sondern nur		3
Nachdem die 46ste Schicht Gewölbsteine eingebracht war, hatten sich die Lehrbogen noch gesetzt um		7
Nach Einbringung der 53sten, um	2	10
Nach Einbringung der 55sten, um	2	10
und unmittelbar nach Einbringung des Schlußsteins, um . . .	3	11
Zwei Tage hernach, als die letzten Schichten verstrichen waren, noch um	1	
In den nächsten 8 Tagen, nach deren Verlauf angefangen wurde, die Lehrbogen einzunehmen, noch um	1	1
Also die Lehrbogen überhaupt um . .	12	6

Anmerkung. In der weiter unten folgenden Abhandlung, über Aufstellung und Wegnahme von Lehrbogen bei Brücken, ist dies Setzen zu 13 Zoll 3 Linien angenommen worden, weil die vorerwähnten 9 Linien mit hinzugerechnet worden sind.

Man sieht, daß über der 53sten Schicht Gewölbsteine das Setzen bei weitem bemerkbarer gewesen ist, da nach dem Scheitel der Gewölbe zu die Last der Gewölbsteine in geraderer Richtung auf die Lehrbogen wirkt, als in den untern Theilen, und weil der obere Theil der Lehrbogen der schwächste derselben ist. Man hat sogar bemerkt, daß, als die letzten Schichten Gewölbsteine versetzt worden, mehrere Bänder sich gebogen haben und in der Mitte gespalten sind, wozu zwei Ursachen Veranlassung gaben: einmal, daß es nicht möglich gewesen war, eine hinreichende Menge Stücken Holz von 15 und 18 Zoll Stärke aufzufinden, so wie im Entwurfe bestimmt worden, und daß viele Stücke hatten gebraucht werden müssen, die 14 Zoll, 15 Zoll, 15 und 16 Zoll und 17 Zoll stark waren; zweitens, daß die Verbindung der Hängebänder und Hängesäulen in einerlei Richtung mit ihrer Länge und rechtwinklicht auf dieselbe geschah, wobei, da dies nur zu einer einzigen Lage passend ist, die ganze Wirkung nach dem Setzen auf den obern Theil der Verbandstücke wirkt, ohne daß der untere Theil derselben unmittelbar mit angegriffen wird. Dem letztern Uebelstande kann und muß dadurch abgeholfen werden, daß die Enden der Bänder und die Versatzungen in den Hängesäulen nach Kreisbogen, deren Halbmesser der Länge der Hänge-

bänder gleich ist, ausgearbeitet werden. Die mindere Stärke des Holzes könnte man auch durch eine größere Menge Curven ersetzen, wie dies in der Abhandlung über Lehrbogen im gegenwärtigen Werke mehr im Einzelnen aus einander gesetzt ist. Daher ist anzurathen, bei der Erbauung ähnlicher Lehrbogen aus Hölzern von gleicher Stärke, als der angeführten, eine Curve mehr, als die 8 bei der Brücke zu Neuilli angebrachten, zu nehmen, auch die Enden der Bänder und die Verfaßungen in den Hängesäulen, insbesondere in den obern Theilen der Lehrbogen, nach Kreisbogen abzurunden. Diese Stücke müssen in die Widerlagssäulen und die Holme auf denselben wie gewöhnlich mit versetzten Zapfen greifen, weil die Hängebänder ihre Lage gegen diese untern Theile der Curven, wo die Bewegung anfängt, nicht ändern, und daher kein Nachtheil damit verbunden ist, wenn dieselben gerade eingelassen werden.

Mit Wegnahme der Schalung wurde am 14ten August, von unten, und in allen Bogen zugleich, angefangen, nach und nach von unten nach oben an verschiedenen Tagen fortgefahren, und sogar von Zeit zu Zeit mehrere Tage inne gehalten. An jedem Tage wurde unter der ganzen Brücke von jeder Seite jedes Bogens eine gleiche Anzahl Schalhölzer weggenommen. Am 3ten September lagen nur noch 3 unter dem Schlusse und den 2 anliegenden Schichten Gewölbsteinen, und diese wurden noch an demselben Tage weggenommen, so daß die Gewölbe außer allem Zusammenhang mit den hölzernen Lehrbogen waren. Der Leser wird hier in Betreff der umständlichen desfallsigen Angaben auf die Abhandlung über Aufstellung und Wegnahme von Lehrbogen bei Brücken verwiesen, wo die Bewegungen und Veränderungen aus einander gesetzt sind, welche in der Krümmung der Gewölbe, sowohl durch das Setzen der Curven vor Einbringung des Schlusses als nach Wegnahme aller Schalung, Statt fanden. Vor Einbringung der Schlußsteine hatten sich die Fugen zwischen den Gewölbsteinen geöffnet, nach derselben aber wieder geschlossen.

Da der Mörtel in den Fugen der Gewölbe bei Wegnahme der Schalung so fest war, daß man nicht mehr mit einer Messerklinge hinein kommen konnte, so wurde, damit die Gewölbsteine nicht ausspringen oder absplittern möchten, für nöthig gehalten, diese Fugen ohngefähr zwei Zoll tief mit Messersägen und Steinmeißeln auszukratzen, bei welcher übrigens nöthigen Vorsicht die Gewölbsteine nicht beschädigt wurden.

Die Fahrbahn der Nothbrücke, wovon früher die Rede gewesen, wurde nach Einbringung der Schlußsteine eingenommen und auf die Brücke selbst geschafft. Sie wurde waagerecht gelegt, indem sie durch das Mauerwerk der Pfeiler, welches hierzu

Digitized by Google

hinreichend hoch aufgeführt worden war, und durch Böcke auf der Hintermauerung der Bogen unterstützt wurde. Diese Brücke wurde am 28sten Julius angefangen, und 8 Tage nachher beendigt; sie sollte dazu dienen, die Quadern zur Hintermauerung der Bogen in den Häuptern, die Wölbsteine zur Verstärkung der untern Theile der Bogen und die Steine zu deren Hintermauerung zwischen den Häuptern auf derselben an Ort und Stelle zu schaffen, und die Wagen, welche während des ganzen folgenden Winters die Erde von der Insel auf der andern Seite des Flusses wegschaffen sollten, darüber fahren zu lassen.

Während dieser Bauzeit wurde, um das neue Flußbette zu bilden, mit dem Abtragen des Erdreichs der Insel fortgefahren und letzteres zur Aufschüttung des neuen Weges auf der Seite von Courbevoie und auch hinter dem andern Stirnpfeiler verwendet. Dieser neue Weg wurde bis zum Fuße der Höhe bei Chantecoq gepflastert, desgleichen ein Queerweg zwischen der alten und neuen Brücke auf der Seite von Neuilli.

Auf Taf. 7. oben befindet sich der Grundriß und der Aufriß von dem Zustande der Arbeiten am Ende der Bauzeit.

Da der König Ludwig XV. den Wunsch geäußert hatte, bei der Wegnahme des noch übrigen Theils der Lehrbogen, nämlich der hölzernen Curven, zugegen zu sein, und da derselbe hatte sagen lassen, daß er den 22sten September nach der Brücke kommen würde; so wurde zu diesem Ende ein Platz eingerichtet, und auf demselben ein Zelt für den König, eins für die Prinzen, eins für die Gesandten, eins für den Hof und die Minister, und andre für die übrigen Zuschauer aufgeschlagen.

Um diese Arbeit anziehender zu machen, waren solche Anstalten getroffen, daß alle Curven unter jedem Bogen nach und nach in einigen Minuten fallen sollten, zu welchem Ende einige Tage vorher die Zangen und Riegelhölzer der Sturmbänder und die Bolzen in den Zangen und Hängesäulen, wodurch die Curven unter einander in ihrer Lage erhalten wurden, weggenommen, und vor jedem Bogen zwei Erdwinden aufgestellt, an diese aber durch Flaschenzüge gezogene Seile mit dem einen Ende befestigt worden, während diese letzten mit dem andern Ende an die obern Theile der Curven festgemacht waren.

Einige Zeit vor der Ankunft des Königs waren an jede Winde, wovon immer eine das Seilwerk zurückhalten sollte, 9 Mann gestellt, und die übrigen Arbeiten vor-

Digitized by Google

bereitet worden. Diese Arbeiten geschahen auf Zeichen, welche mit der Trommel für jedesmahlige Umdrehung der Winden gegeben wurden, und alle Curven waren in $3\frac{1}{2}$ Minuten umgeworfen.

Der Sturz einer so großen Menge Holz, welches für jeden Bogen wenigstens 720000 Pfund weg, verursachte, daß das Wasser als Schaum bis auf die Brücke sprützte. Man sah die Bogen ganz und unbeschädigt; auch schienen sie um so kühner und leichter gebaut, als die Wulste und Geländermauern nebst der Hintermauerung der Bogen zwischen und an den Häuptern noch zu machen waren. Die Zuschauer waren sehr überrascht, eine so große Menge Holzverband, der noch einen Augenblick vorher zur Unterstützung der Gewölbe nöthig schien, fallen zu sehn. Der König, welcher gegen 4 Uhr Nachmittags nach Neuilli gekommen war, bezeigte seine Zufriedenheit mit diesem Schauspiele dem damaligen General-Contreleur Hrn. Abbé Terray und Hrn. Trudaine, dem die besondere Aufsicht auf die Brücken- und Chaussee-Angelegenheiten übertragen war, die also Beide die fraglichen Arbeiten verwalteten und leiteten. Der König fuhr auf dem Rückwege nach Marly über die neue Brücke.

Da man vorher vermuthen konnte, daß der König erst des Nachmittags nach Neuilli kommen werde, und daß die übrigen Zuschauer schon am frühen Morgen sich einfinden würden, um Plätze zu bekommen, so hatte Herr Trudaine Oefen und Tische unter Zelten für dieselben anbringen lassen, an welchen sie, während sie auf die Ankunft des Königs warteten, glänzend bewirthet wurden. Die Aufmerksamkeit wurde sogar so weit getrieben, daß den Personen, die an ihren Plätzen zu bleiben wünschten, Mittagsessen und alle Arten von Erfrischungen gebracht wurden, und zwar alles so reichlich und mit so viel Sorgfalt, daß die Zuschauer damit sehr zufrieden zu sein schienen. Die Ordnung war bei dieser Gelegenheit so groß, daß von der ungeheuren Menge hierbei gebrauchten Silberzeugs nichts weggekommen ist. Es verdient noch erwähnt zu werden, daß von den Thoren von Paris an, und auf den Wegen in der Gegend von Neuilli, also auf 2 Lieues Entfernung, eine solche Ordnung beobachtet worden war, daß jeder ohne Hinderniß hin und zurück konnte. Auch ist kein Unglück vorgefallen, obgleich die Ordnung in der Nähe von Paris um so schwieriger zu erhalten war, als die Gegenwart des Königs außer der beträchtlichen Anzahl von Wagen eine sehr große Menge Zuschauer herbei führte, und die hölzerne Brücke, über welche alles mußte, sehr schmal, und der zu diesem Schauspiel bestimmte Platz sehr beschränkt war.

Digitized by Google

Auf dieſe Begebenheit iſt eine Schaumünze geſchlagen worden, auf deren einen Seite das Bildniß des Königs und die Worte ſtehen: LUDOVICUS XV. CHRISTIANISSIMUS. Auf der Rückſeite iſt eine Anſicht der Brücke und folgende Inſchrift: NOVAM ARTIS AUDACIAM, MIRANTE SEQUANA, und als Unterſchrift: PONS AD LUGNIACUM EXSTRUCTUS M. DCC. LXXII.

Dieſe Schaumünze, die von dem verſtoebenen Hrn. Roettiers, dem Sohn, geſtochen worden war, wurde dem Könige am Tage der Wegnahme der Lehrbogen überreicht.

1773.

Zur Beendigung der Brücke blieb am Ende der vorjährigen Bauzeit nichts weiter zu thun übeig, als 3 Schichten in der Hintermauerung der Häupter der Bogen zu verſetzen, die Hintermauerung zwiſchen denſelben zu beendigen, eine Schicht um die Stirnpfeiler, auf den Flügelmauern und den Pilaſtern, ſo wie die ſämmtlichen Geſimſe und Geländermauern aufzubeingen und Fußwege und Pflaſter anzufertigen. Alle dieſe Arbeiten ſollten im Laufe dee diesjäheigen Bauzeit geſchehen, und außerdem noch die Rampenmauern auf der Seite von Courbevoie nnd Neuilli beendigt werden, damit der Queerweg zwiſchen der alten und neuen Brücke vollends geſichert würde.

Unmittelbar nach Wegnahme der Lehrbogen, am Ende der vorjährigen Bauzeit, war das Holz von denſelben auf den höchſten Theil der Inſel geſchafft woeden, nachdem alle ins Waſſer gefallene Stücke aus demſelben herausgezogen weeden waren, ohne daß auch nur ein einziges davon verloren gegangen wäee, da man die Vorſicht gebraucht hatte, dieſelben vor der alten Brücke aufzuhalten und nach dem Bauplatze zu ſchaffen. Alle dieſe Holzſtücke wurden nach Verſchiedenheit iheer Stäeke auf beſondere Haufen gelegt und die Bolzen und Scheauben in die Magazine geſchafft.

Im Laufe des Winters waren nur noch im Bruche zu Saillancourt Steine gebrochen und nach dem Bauplatz gefaheen woeden. Am 2ten Junius fingen 30 Mann an, die Steine zu behauen. Während der ganzen übrigen Bauzeit waren damit nie mehr als 45 Mann beſchäftigt.

Am 7ten Junius wurde mit dem Verſetzen der auf der Brücke noch fehlenden Schichten Quadern angefangen, und 20 Maueer angeſtellt, um die Hintermaueeung der Bogen zu vollenden. Am 26ſten deſſelben Monats wurde damit der Anfang gemacht, die Oberkante der Wölbſteine und die oberſten Schichten der Hintermaueeung

Digitized by Google

der Bogen in den Häuptern genau waagerecht auf beiden Seiten der Brücke abzugleichen, wobei jedoch über den Scheiteln der Bogen 6 Linien zugegeben wurden, da wohl vorauszusehen war, daß dieselben sich noch setzen würden, wenn der Mörtel austrocknete.

Die Schicht, welche das Gesimse bildet, wurde am 27sten Junius zu versetzen angefangen, und am 20sten Julius gänzlich beendigt. Hierauf wurden die Geländer aufgebracht, die Mauern an den Fußwegen aufgeführt, die Sockel und Deckplatten der Pilaster, jeder aus einem einzigen Stein bestehend, aufgelegt, und alle diese Arbeiten am Schlusse der Bauzeit fertig. Es wurden hierbei 2 Rotten Steinmetzen zum Versetzen der Quadern, 10 Tagelöhner und 5 Pferde zur Steinanfuhre, 28 Maurer und die vorhin angegebene Anzahl Steinmetzen zum Behauen der Steine angestellt.

Das Mauerwerk über den Bogen und der Hintermauerung derselben wurde zwischen den Fußwegen, mit 3 und 4 Zoll Gefälle auf beiden Seiten der Mitten der Pfeiler und der Mitte der Breite der Brücke, und zwar von diesen Punkten an nach den 4 Oeffnungen oder Ausgußröhren, die in jedem Bogen gelassen worden waren, zu, abgeglichen. Diese Oeffnungen gingen von der untern Wölbungslinie, wo sie 8 Zoll Durchmesser hatten, durch alle übereinander liegende Gewölbsteine durch, bis zum Pflaster, wo sie nur noch 6 Zoll im Durchmesser groß waren. Die Hälfte des Umfangs derselben kam unter die Mauern an den Fußwegen zu liegen.

Die Oberfläche des ganzen Mauerwerks, sowohl der Brücke als der Stirnpfeiler und der Bogen über den Leinpfaden, wurde mit einem 6 Zoll starken Estrich von Cement und Feldkieseln, der in 4 verschiedenen Lagen aufgebracht wurde, bedeckt. Jede dieser Lagen wurde mit der Schärfe einer Art kleinen Schlägels nach allen Richtungen geschlagen, um dieselbe zusammen und das Wasser heraus zu treiben, wobei die Risse, die gewöhnlich durch das Schwinden des Mörtels entstehen, zugemacht wurden, da gerade durch diese Kalkrisse, wenn sie auch nicht zu bemerken sind, das Wasser einzieht. Jede folgende Lage wurde erst dann aufgebracht, wenn die nächst untere hart und trocken genug war, und sich kein Riß mehr darin zeigte. Die letzte Lage wurde ganz von Cementmörtel 9 Linien stark gemacht und wie die übrigen zusammengeschlagen, worauf dann das Ganze ohngefähr 4 Zoll stark war. Wo sich Risse zeigten, wurde neben denselben geschlagen, um sie besser zu schließen. Die vorerwähnten 28 Maurer und 18 Tagelöhner arbeiteten sämmtlich an diesem Mörtel-Estrich vom 4ten August bis zum 10ten September.

In

In dem ausführlichen Verzeichnisse der Preise der verschiedenen Arbeiten an der Brücke ist auch der dieses Mörtel-Estrichs angegeben.

Diese Art von Estrich verdient hier um so mehr einer ausführlichen Erwähnung, da selbiger sehr nützlich ist, wenn etwa Gewölbe mit Erde bedeckt, oder Wasser in Behältern gesammelt werden soll, indem man bei dessen Anwendung nicht befürchten darf, daß das Wasser durchdringen könne.

In die hier vorerwähnten durchgehauenen Steine wurden in der Höhe der Oberfläche des beschriebenen Cement-Estrichs Oeffnungen gemacht, damit das Wasser, welches sich durch den Sand im Pflaster zieht, durch dieselben ablaufen könne. Der Nutzen derselben hat sich dadurch bewährt, daß, wenn der Regen oben vom Pflaster abgelaufen ist, hernach immer noch etwas durch diese Oeffnungen abfließt.

Dieser Estrich schützte die Gewölbe vor dem Durchdringen des Wassers, welches den Mörtel in denselben auflöst, und eine Art von Tropfsteinen unter den Fugen der Wölbsteine bildet. Indessen bleiben immer noch einige Stellen um die Steine, in welchen sich die Abzüge befinden, die der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, weil hier die Decke von Cement sich nicht genau genug angeschlossen hat; allein diesem Mangel wird sehr leicht abzuhelfen sein, wenn dies in der Folge nöthig sein sollte.

Auf Taf. 11. Fig. 13. 14. 15. 16. 17. und 18. ist die Maschine angegeben, welche dazu gebraucht wurde, um die Gewölbsteine durchzuarbeiten, durch welche das auf die Brücke fallende Wasser abfließt.

Nach Beendigung des Mauerwerks und des so eben erwähnten Estrichs wurden die Fußwege in Cementmörtel und der übrige Theil der Brücke in Sand gepflastert. Dies alles wurde am 24sten October fertig, und an diesem Tage der Uebergang über die neue Brücke allgemein frei gegeben.

Bei Aufführung der Mauern der Fußwege wurde in dieselbe auf der vordern Seite zugleich eine eiserne Schiene zum Schutz vor den Wagen eingelassen, auch eiserne Radabweiser vor die Oeffnungen der Abflußöffnungen, und zwei starke dergleichen von Gußeisen, anstatt steinerner, wie im Entwurfe angenommen war, an jedes Ende der Brücke gesetzt.

So wie die Geländer, die Fußwege und das Pflaster auf die Brücke kamen, zeigte sich, daß die Bogen unter dieser neuen Last sich noch etwas setzten. Am Ende der Bauzeit hatten sich dieselben noch um 8 Linien gesetzt, und bis zu Ende des Jahrs 1775 noch außerdem um 4 Linien, also überhaupt um 12 Linien, anstatt um 6,

um die man, wie vorher gesagt, die Obertheile der Gewölbe beim Abgleichen höher gelassen hatte.

Mit dem Wegschaffen der Erde von dee Insel zur Eröffnung des neuen Flußbettes wurde fortgefaheen, und solche zum Theil zur Verbeeiterung des neuen Wegedamms auf der Seite von Courbevoie und zur Aufschüttung eines Dammes queer durch einen Theil des auszufüllenden Arms des Flusses gebraucht.

1774.

In der Bauzeit dieses Jahres sollten die Gewölbe, die Häupter und die Geländer nachgeputzt und verstrichen, und dann der Arm, welcher eingehen sollte, ausgefüllt werden.

Mit dem Nachputzen wurde am 20sten April von 22 Steinhauern, und mit dem Verstreichen der Fugen mit Mörtel aus Kalk und gesiebtem Cement von 45 Maurern der Anfang gemacht. Das Verstreichen geschah mit der größten Sorgfalt; es wurden dazu zwei Instrumente, der Wolfszahn und der Spatel, gebraucht. Mit dem Wolfszahn wurden die Fugen einige Linien tief ausgekratzt, und mit dem Spatel der neue Mörtel hineingebracht, worauf derselbe mit dem Rücken des Wolfszahns (der nur so stark war als die Fugen) so lange gerieben wurde, bis er recht trocken und schwarz war. Der Mörtel trat etwa eine halbe Linie von den Stirnflächen zurück, damit die Kanten dee Steine scharf bleiben und ins Auge fallen sollten, um zu zeigen, wie sorgfältig diese Steine vor dem Ausspringen in Acht genommen worden waren, und damit der Mörtel dem Froste weniger ausgesetzt sein sollte.

Die Steinhauer, welche an den Gewölben arbeiteten, standen auf Gerüsten auf bedeckten Fahrzeugen; diejenigen aber, welche die Häupter nachputzten, standen auf fliegenden Gerüsten, die auf dem Geländer und auf der Schicht, welche den Wulst bildet, befestigt waren, wie solches alles Taf. 6. unten dargestellt ist. Alle diese Gerüste waren sehr leicht und konnten sehr gut gebraucht werden. Die gedachten Aebeiten am Brückenkörper selbst wurden am 7ten September beendigt. Auch wurde während dieser Bauzeit, in der Richtung der neuen Brücke, der Arm auf der Seite von Neuilli abgedämmt, um die Ausfüllung desselben zu erleichtern, nachdem durch den neuen Kanal dem Wasser Abfluß genug geschafft worden wae.

Zu dieser Arbeit, die geoße Vorsicht erforderte, wenn auf einen günstigen Erfolg gerechnet werden sollte, wurden alle nöthige Vorbereitungen getroffen. Zu diesem

Digitized by Google

Ende war im Fluſſe ſchon ein Damm von 42 Toiſen Länge, 60 Fuß Kronenbreite und 4 Fuß Höhe über dem Waſſerſtande angefangen, der zu Ende des Julius ſchon 17 Zoll höher als der niedrigſte Waſſerſtand war. Es waren 12 bis 15 Fuß lange Faſchinen und Bunde von altem Heu in Vorrath gefertigt und in der Mitte mit Bruchſteinen ausgeſtopft worden. Man hatte große Bruchſteine, Miſt, und 2 Schiffe, das eine 9, das andre 14 Toiſen lang, 4 und 5 Fuß im Bord hoch, an Ort und Stelle geſchafft. Dieſe Schiffe ſollten, nebſt noch 3 kleinern, beim Abdämmen verſenkt werden, und waren ſämmtlich mit Erde angefüllt. Außerdem waren noch 6 große Schiffe angefahren, mit Erde beladen, welche vor die verſenkten eingeſchippt werden ſollte. Alle dieſe Schiffe waren ſtromaufwärts in gehöriger Entfernung vor Anker gelegt, ſo daß ſie nach und nach zur Bauſtelle, und, nachdem ſie ausgeladen waren, auch von da wieder weggebracht werden konnten, ohne ſich einander nachtheilig zu werden.

Unabhängig von allen bei der Brücke und den Abträgen beſchäftigten 290 Arbeitern waren für den Tag, an welchem die Abdämmung zum Schluß gebracht werden ſollte, noch 80 Mann von der in der Caſerne zu Courbevoie liegenden Schweizer-Garde beſtellt.

Sobald man bemerkte, daß die Strömung, deren Geſchwindigkeit immer mehr zunahm, je mehr der Arm des Fluſſes durch den vorhin erwähnten Damm verengt wurde, Erde vom Ende dieſes Dammes wegzuſpülen anfinge, und alſo dieſer letztere nicht weiter fortgeführt werden könne, ſo wurden drei Reihen Pfähle, jede 15 Toiſen lang, geſchlagen, nämlich 14 Toiſen in den noch zuzudämmenden Theil des Fluſſes, und 6 Fuß als Flügel in den neu geſchütteten Damm. Sie waren in der erſten gegen den Strom gekehrten Reihe 4 Fuß von einander entfernt; in der zweiten, die 10 Fuß von der erſten abſtand, 6 Fuß, und in der dritten, 9 Fuß von der zweiten nach unten liegenden, 9 Fuß, alles von Mitte zu Mitte gerechnet.

Alle 3 Pfahlreihen waren verholmt, und in der Höhe des kleinſten Waſſerſtandes, ſo wie in der Mitte zwiſchen dieſem und jedem Holme, deſſen Oberkante 5 Fuß 6 Zoll über dem letztern lag, Riegelhölzer angebracht. Die zweite und dritte Reihe waren gegen die Richtung des Stromſtrichs mit Streben verſehen. Die Pfähle waren verſchuht, 21 bis 24 Fuß lang und 10 bis 12 Zoll ſtark, und wurden ſo lange, bis ſie nicht mehr ziehen wollten, mit einem 600 Pfund ſchweren Bär 10 bis 12 Fuß in den Grund geſchlagen, worauf auf dieſelben eine Nothbrücke gelegt wurde.

Digitized by Google

Da dieſe Arbeit, mit der man am 25ſten Julius den Anfang gemacht hatte, am 31ſten deſſelben Monats beendigt wurde, ſo wurde feſtgeſetzt, daß am folgenden Tage, als am 1ſten Auguſt, der Damm zugemacht werden ſolle. Das Waſſer ſtand zu der Zeit vor dem Damme 9 Zoll höher, als hinter demſelben; und bei Beobachtung der Geſchwindigkeit des Waſſers nach dem Fall von 9 Zoll fand man dieſelbe 47 Toiſen in der Minute. Um 10 Uhr Morgens wurde mit Einrammen der Spundbohlen an jedem Ende der erſten Reihe Pfähle angefangen, wozu man ſich großer Schlägel mit 2 Stielen bediente, an deren jedem 5 Mann ſtanden, nämlich 2 an jedem Stiele und einer vorn, um beim Aufheben des Schlägels zu helfen.

Als die Durchflußöffnung bis auf 8 Toiſen eingeſchränkt war, wurde verſucht, noch Spundbohlen zu ſchlagen; aber da die Geſchwindigkeit des Waſſers nun ſchon bedeutend größer geworden war, ſo nahm die Waſſertiefe, welche vor dem Schlagen der Pfähle nur 4 Fuß 6 Zoll und nach dem Einbringen der Spundbohlen 5 Fuß 6 Zoll unter dem niedrigſten Waſſerſtande betrug, in einer Stunde um 4 Fuß zu, ſo daß es nicht mehr möglich war, noch Spundbohlen einzutreiben, indem dieſelben, da ſie nicht mehr durch vorher eingebrachte Riegelhölzer unten feſt gehalten werden konnten, während des Schlagens unterwaſchen und weggeſchwemmt wurden; und es war nun die rechte Zeit, die mit Erde beladenen Gefäße vor der erſten Pfahlreihe zu verſenken.

Um 11 Uhr fing man an, die drei kleinern Schiffe nach und nach in dem am meiſten ausgewaſchenen Theile zu verſenken. Dann wurde das 9 Toiſen lange Schiff herbeigebracht und mit der breiten Seite unten verſenkt. Kurze Zeit darauf nahm die Unterwaſchung ohngefähr um 4 Fuß zu, indem dies Schiff nicht zerbrach, und dem Waſſer daher unterhalb einen Durchgang verſtattete, während ſolches oberhalb ohngefähr 5 Fuß hoch darüber wegſtrömte. Das 14 Toiſen lange Schiff wurde ſogleich vor das vorige gebracht, auf dieſer Seite überladen, dadurch zerbrochen, fiel dann, wie man gewünſcht hatte, auf die Seite, und verſperrte ſo dem unter- und oberhalb des erſten großen Schiffs durchſtrömenden Waſſer gänzlich den Weg. Das letztere, welches von Tannenholz gebaut war, zerbrach, drückte ſich ſo zu ſagen in die Unebenheiten der ausgewaſchenen Stellen, und verdeckte dadurch vollends die größten Oeffnungen, welche das Waſſer noch durchließen.

Während dieſer Arbeit waren mehrere Rotten Arbeiter angeſtellt worden: einige, um große Faſchinen heranzuſchaffen, andere, um Heubunde und Miſt an Ort und

Stelle zu bringen. Die Bruchsteine wurden durch in Reihen gestellte Arbeiter herbeigeschafft. Außerdem waren hierzu, und vorzüglich zur Anfuhre der Erde, die auf der Nothbrücke abgeladen wurde, 96 Pferde in Thätigkeit, wobei zugleich die großen Faschinen, die Heubunde, der Mist und die Bruchsteine eingeworfen wurden, und andere Rotten wieder damit beschäftigt waren, auf Hohlkarren Erde an die beiden Enden und vor die Abdämmung zu schaffen.

Um den Damm zum Schluß zu bringen, wurden nach und nach die 6 vorerwähnten Schiffe herzugefahren, und die Erde aus denselben vor das letzte versenkte Schiff geworfen. Diese ganze Arbeit geschah mit solcher Geschwindigkeit, und man kann sogar sagen, mit so viel Ordnung, daß man in 3½ Stunden des Flusses Meister geworden war. Das Wasser drang nur noch an einigen Orten und in geringer Menge durch; indessen wurde den ganzen Tag über immer mehr Erde zugeschafft, und als diese auf dem ersten Schiffe bis zu einer gewissen Höhe gekommen war, brach dasselbe, und verschloß so vollends alle Oeffnungen, durch welche noch etwas Wasser dringen konnte. Ueber Nacht blieben nur noch 30 Mann da, um den Damm mit Erde bis auf 7 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande zu erhöhen, und zwar in 15 Fuß Kronenbreite.

Das Wasser stand nunmehr vor dem Fangedamm 21 Zoll höher als unterhalb; man bemerkte, daß dasselbe bis nach Sevres, ohngefähr 2 Lieues oberhalb, zurückstaute.

Auf Taf. 7., auf welcher der leere Raum noch ausgefüllt werden sollte, ist unten ein Grundriß, ein Aufriß und ein Durchschnitt von diesem Damme gegeben.

Während des noch übrigen Theils der Bauzeit wurde mit der Anfuhre von Erde zu dem Damme durch den Fluß fortgefahren, und dieser Damm ohngefähr 20 Fuß hoch, 40 Fuß in der Krone breit, geschüttet, wobei derselbe, wie beabsichtigt worden war, dem gewöhnlichen großen Winterwasser hinreichend widerstehen konnte.

Auch wurde zu Ende dieser Bauzeit die zweite hölzerne Brücke bei Neuilli abgetragen und alle dazu gehörigen Pfähle ausgezogen, damit nichts der Schifffahrt schädliches mehr da sein sollte.

1775, 1776, 1777, 1778, 1779, 1780.

Da die zu Ende des Jahres 1774 noch rückständigen Arbeiten an der Brücke verzögert worden waren, so wurde in den Jahren 1775, 1776, 1777, 1778, 1779

Digitized by Google

und 1780 das neue Flußbette immer weiter ausgegraben, und die dadurch gewonnene Erde sowohl auf Schiffen, als kleinen Kippkarren in Form dreiseitiger Prismen, in den auszufüllenden Arm auf der Seite von Neuilli gefahren, und zur Schüttung des Dammes queer durch den Fluß in der Richtung der Brücke verwandt. Dieser Damm wurde in seiner ganzen Breite auf etwa drei Viertel seiner Höhe aufgeführt, und der Rest nur auf 108 Fuß Länge in der Krone gleich hoch mit dem Brückenpflaster, welches hier 41 Fuß über dem Grundbette des Flusses liegt. Zu Ende des Jahres 1777 waren 2 Reihen Bäume gepflanzt, die Geländer auf drei Rampenmauern aufgeführt und das Straßenpflaster beendigt. Man hatte die Absicht, den Weg in den Jahren 1778 und 1779 in seiner ganzen Breite zu beendigen, nämlich auf 36 Fuß in der Krone, und noch zwei Reihen Bäume in der Richtung von denen in der Allee, die von den Elisäischen Feldern herkommt, zu pflanzen.

Eben so sollte die erste hölzerne Brücke bei Neuilli gänzlich abgetragen, und die vierte Rampenmauer gegründet werden, was auch geschehen ist.

Die dreieckigen Kippkarren, die größtentheils zum Fortschaffen der Erde gebraucht wurden, waren an Achsen aufgehangen, die etwas oberhalb ihrer Schwerpunkte durchgingen. Sie fassen 7 Cubikfuß Abtrag oder 8 Cubikfuß Auftrag. Ein einziges Pferd zieht eine solche Kippkarre auf einer waagerechten Ebene, gewöhnlich zwei auf einem sanften Abhange, und bis zu drei und vier, wenn die Ladung bergunter geschafft wird, je nachdem die Wege mehr oder weniger fallen, da hierdurch das Ziehen um vieles leichter gemacht wird. Das Wegschaffen der Erde wird hierdurch wohlfeiler, ohne daß die Pferde mehr angestrengt werden. Diese Kippkarren schneiden weniger in den Boden und sind leichter und schneller geleert als andere Wagen, deren man sich gewöhnlich bedient.

Bei den Bauten bei Neuilli zog ein Pferd, wenn der Weg 2 bis 3 Zoll Gefälle hatte, gewöhnlich 2 bis 3, und manchmahl, bei trockenem Wetter, 4 solche Kippkarren.

Am Schlusse der Erklärung der Kupfer von den Maschinen, welche beim Brückenbau gebraucht worden sind, ist angegeben, wie viel Mahl mit diesen Kippkarren bei verschiedenen Entfernungen, sowohl auf waagerechten Ebenen als auf abhängigen Flächen, mit der Ladung bergauf oder bergab in einem Tage hat gefahren werden können.

Auf Taf. 9. befindet sich eine Zeichnung von einer solchen Kippkarre.

Digitized by Google

Beschreibung
der krummen Linien und der Lehren,
nach denen die Bogen der Brücke bei Neuilli aufgeführt worden,
auch
Erklärung der Kupfer von verschiedenen Maschinen, welche bei diesem Brückenbau gebraucht worden sind, und Angabe der Preise mehrerer Arten von Arbeiten.

Beschreibung
der krummen Linien, nach denen die Bogen der Brücke bei Neuilli aufgeführt worden.

Die Krümmung der Brückenbogen wurde ehemals sehr einfach verzeichnet; man erbaute dieselben im vollen halben Kreise, und gab ihnen nur das Doppelte ihrer Höhe bis zum Schlußstein zur Weite, wobei verhältnißmäßig mehr Bogen nöthig waren, wenn eine Brücke über einen etwas beträchtlichen Fluß erbaut werden sollte, und wo dann wieder die große Menge Pfeiler den Abfluß der Hochgewässer und die Schifffahrt behinderte. Man sah bald ein, daß es nöthig sei, Bogen von großer Weite ohne bedeutende Höhe zu erbauen. Die Ellipse schien zuerst die Stelle des Kreises vertreten zu können; allein da jeder kleine Theil derselben eine andere Krümmung hat, folglich der Gebrauch dieser Linie zu schwer und zu unbequem für die Arbeiter war, und außerdem die untern Theile elliptischer Gewölbe nicht in dem Verhältniß der Höhen bis unter den Schlußstein anstiegen, also bei hohem Wasserstande den Abfluß immer noch zu sehr behinderten, so zog man vor, diese gedrückten Bogenlinien aus drei Kreisbogen zusammenzusetzen, wodurch die Aufgabe entstand: „bei gegebener Weite und Höhe eines Bogens eine krumme Linie aus drei Kreisbogen zusammenzusetzen, deren Weite und Höhe den gegebenen gleich sind.“ Diese Aufgabe ist unbestimmt, wird aber bestimmt, wenn man sich an irgend eine Bedingung bindet, z. B. daß jeder der drei Bogen 60 Grad enthalten soll. Die Auflösung derselben ist bekannt, und bei

Digitized by Google

einer großen Menge von Brücken gebraucht worden. Einige Baumeister haben indessen geglaubt, daß auf diese Weise verzeichnete Gewölbe in den untern Theilen nicht genug anstiegen; sie nahmen daher nach Gefallen zu den kleinen Bogen der krummen Linie mehr Grade und einen größern Halbmesser, und wählten bei der Unbestimmtheit der Aufgabe und der Allgemeinheit ihrer Verzeichnung, die beide sehr bekannt sind, die krummen Linien, die zu ihrem Geschmack und ihren Absichten am passendsten waren.

Alle diese krummen Linien haben einen Fehler, der in Jedermanns Augen, insbesondere aber in denen der Mathematiker unangenehm ist: nämlich den plötzlichen Uebergang einer Linie von kleinem Krümmungs-Halbmesser in eine solche von einem sehr großen. Um diesen Fehler zu vermeiden, hat man erfunden, die Gewölbe aus einer größern Menge verschiedener Kreisbogen zusammenzusetzen, und diese Linie „Curve aus mehrern Mittelpunkten" genannt.

Wenn Weite und Höhe eines Gewölbes gegeben sind, so kann man eine krumme Linie von gleicher Weite und Höhe nicht allein aus so viel Mittelpunkten beschreiben, als man will, sondern auch außerdem noch auf unendlich viele verschiedene Arten. Bei der Brücke von Neuilli wurde festgesetzt, daß diese Linie aus 11 verschiedenen Mittelpunkten beschrieben werden sollte, und diese Aufgabe folgender Maßen aufgelöst.

Fig. 2. Taf. 9. stellt die krumme Linie eines Bogens der Brücke bei Neuilli, welche aus 11 Kreisbogen besteht, vor. Die Halbmesser durch die Endpunkte jedes Bogens schneiden sich in den Mittelpunkten 12, *R*, *F*, *Z*, *D*, *B* u. s. w., ferner die große Achse der Curve in den Punkten *i*, 8, 9, 10, 11, 12 u. s. w., und ihre Verlängerungen die der kleinen Achse in den Punkten *i*, 4, 5, 6, 7, *B*, welche gleichweit von einander entfernt sind. Die Entfernungen 12 11, 11 10, 10 9, 9 8, 8 *i* verhalten sich wie 1, 2, 3, 4, 5. Diese Bedingungen sind als passend, aber nicht etwa weil sie durchaus nöthig wären, zum Grunde gelegt worden; man kann dieselben ins Unendliche verändern. Außerdem ist die Entfernung *i* 12 = $\frac{1}{5}$. *iB* genommen worden. Man hätte ein anderes Verhältniß für diese Längen annehmen können. Wäre das 1:4 genommen worden, so würde die Curve weniger dauerhaft, aber kühner geworden und vielleicht auch angenehmer ins Auge gefallen sein.

Verzeichnet man eine krumme Linie mittelst einer auf vorbeschriebene Art beschaffenen, aber kleinern Figur *iBDZFR* 12, während die große Achse *i*.2 dieselbe bleibt; so ist klar, daß diese Curve über den Punkt *A* hinaus fallen würde, würde sogar

sogar in einen Halbkreis überginge, wenn die Figur unendlich abnähme, dagegen wenn diese letztere zu groß würde, unter A fiele und zugleich vielleicht andre nachtheilige Eigenschaften erhielte. Daraus folgt, daß, um die Krümmung eines Gewölbes von gegebener Weite und Höhe aus 11 Mittelpunkten zu beschreiben, es nur darauf ankomme, die richtige Größe von $iBDZFR\,12\,i$, oder einer der Seiten derselben, $i\,12$, zu bestimmen.

Dazu sei noch besonders Fig. 1. $CVGFEDZC$, der $iBDZFR\,12\,i$ in Fig. 2. ähnlich (was jedoch auf der angeführten Kupfertafel nicht der Fall ist), aber von willkührlicher Größe verzeichnet. Mittelst dieser ganz bekannten Fig. 2. und aus den Bedingungen der Aufgabe ergiebt sich die Auflösung der letztern wie folgt:

In Fig. 1. sei $CZ=n$ $CV=m$, $VGFEDZ=s$, und in Fig. 2. $i\,12=x$; $iB=y$; $BDZFR\,12=z$; $i2=b$ und $iA=a$; so folgen aus der Aehnlichkeit der Figuren die Proportionen:

$$n:m=x:y=\frac{mx}{n}$$

$$n:s=x:z=\frac{sx}{n}$$

Aus den Bedingungen der Aufgabe folgt:

$$z+b-x=y+a$$

$$\frac{xs}{n}+b-x=\frac{mx}{n}+a$$

$$b-a=x+\frac{mx}{n}-\frac{sx}{n}$$

$$\frac{(b-a)n}{n+m-s}=x$$

Man hätte diesen Werth von x zu mehrerer Genauigkeit aufsuchen können, nachdem m und n durch große Zahlen ausgedrückt worden wären. Der Werth von S und hernach der von x oder $i\,12$ ist durch Sinustafeln berechnet worden, und hat sich dieser letztere 39 Fuß 10 Zoll 8 Linien groß gefunden.

Es muß bemerkt werden, daß, wenn $n:m=1:4$ gemacht worden wäre, sehr nahe $x=\frac{4}{3}(b-a)$ gefunden worden sein würde. Dieser Ausdruck ist sehr bequem,

und die krumme Linie, welche derselbe giebt, sehr schön. Hätte diese letztere bedeutend gedrückter sein sollen, als die der Brücke bei Neuilli, so sieht man leicht, daß auch ein größeres Verhältniß zwischen *n* und *m* hätte angenommen werden müssen.

Hätte eine größere Menge von Mittelpunkten angenommen werden und andre Bestimmungen Statt finden sollen, so würde die Aufgabe immer noch auf eine ähnliche Weise haben aufgelöst werden können.

Wenn gleich die ganze zweite Figur bestimmt und bekannt ist, so würde es doch noch sehr schwer gewesen sein, dieselbe im Großen ganz, so wie zur Lehre nöthig war, aus den Mittelpunkten durch die Halbmesser mit hinreichender Genauigkeit zu verzeichnen, und zwar wegen der bedeutenden Länge der letztern, von denen der größte ohngefähr 150 Fuß enthielt. Daher sind alle Winkel und Linien, welche nöthig waren, um die Entfernungen der Endpunkte der einzelnen Bogen, aus denen die krumme Linie bestand, von den Achsen der letztern in Zahlen angeben zu können, trigonometrisch berechnet worden. Die ersten Bogen auf jeder Seite, vom Anfang der Gewölbe an gerechnet, wurden, da dieselben keine großen Halbmesser hatten, mit Stangenzirkeln beschrieben. Für die andern Bogen *PN*, *NL*, *LC*, *CA* wurden, nachdem ihre Endpunkte genau aufgetragen und ihre Sehnen gezogen waren, die Höhen berechnet, woraus sich wieder die Mitten dieser Bogen ergaben, und letztere halbirt wurden. Diese Hälften der Bogen wurden nochmahls wiederholt vermittelst ihrer Höhen halbirt, aber ohne Rechnung. Man weiß, daß für kleine Bogen die letztern ziemlich genau 4 Mahl so klein als die vorhergehenden sein mußten, so daß mit Leichtigkeit vermittelst genau gehobelter Lehren eine große Menge Punkte bestimmt werden konnten. Dann zog man alle diese Punkte zusammen, und die ganze krumme Linie war fertig.

Die krumme Linie für die Häupter, welche durch die Verlängerung des mittelsten Bogens bis an die Pfeiler gebildet wird, ist eben so verzeichnet worden.

Alle diese Verzeichnungsarten sind Fig. 2. 3. und 4. dargestellt.

Nachdem so die krumme Linie im Großen aufgezeichnet war, wurden auf derselben alle die Punkte bemerkt, in welche Lagerflächen von Wölbsteinen treffen mußten, und um die Richtung dieser Fugen in den Häuptern zu erhalten, wurden durch einige jener Punkte Linien senkrecht auf die Curve gezogen. Um diese Perpendikel abzukürzen und zugleich die Richtigkeit der Lage derselben zu prüfen, wurde 10 Fuß von der krummen Linie entfernt ein mit derselben gleichlaufender Bogen gezogen, und nachdem für einen 4 oder 5 Fuß langen Bogen, *C″B″* in Fig. 6., berechnet worden war, wie

weit die Fugen in 10 Fuß Entfernung von der krummen Linie aus einander gelaufen sein mußten, und die Linie CB aus dem Mittelpunkte C, der Bogen AB und die Linie AC in natürlicher Größe besonders aufgetragen waren, so wurde vermittelst des Dreiecks $A''C''B''$ gefunden, wie viel in 10 Fuß Abstand von der krummen Linie je 2 und 2 Fugen von einander gelaufen sein mußten, die in der innern Wölbungslinie oder in der Curve um $C''D''$ von einander entfernt waren.

Zur Erläuterung dieses Verfahrens dienen Fig. 5. und 6.

Fig. 7. zeigt die Krümmung der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler. Diese Curve ist nach der vorangegebenen Methode aus 7 Mittelpunkten beschrieben, wobei der größte Halbmesser 32 Fuß, und der kleinste 4 Fuß 6 Zoll lang ist.

Fig. 8. giebt die Curve, nach welcher die hölzernen Lehrbogen gearbeitet worden.

In Fig. 9. 10. 11. 12. und 13. findet man Grundriß, Seitenansicht, Durchschnitt und die Verzeichnung der hohlen, in die innere Wölbung fallenden Seiten und der Fugen der Steine der Ueberkragungen, so wie dieselben im Großen aufgetragen worden sind.

Fig. 14. ist der Quadrant zur Versetzung der Wölbsteine, dessen Beschreibung am Schluß der von der Brücke bei Mantes folgen soll.

Fig. 15. zeigt die Wirkungen, die an den Gewölben unmittelbar nach Wegnahme der Lehrbogen zum Vorschein kommen.

Man hatte auf die äußere Ansicht eines Bogens, vor Anfang der Wegnahme der Lehrbogen, die geraden Linien CA, AB und BD gezogen. Nach geschehener Wegnahme der Lehrbogen wichen diese Linien von der geraden Richtung um die in dieser Figur angegebenen Längen ab.

Fig. 16. stellt die Fugen der innern Wölbung eines halben Gewölbes zur Verbindung einer Stirnfläche mit dem Hauptbogen und den Grundriß des letztern vor.

Erklärung der Kupfer

von verschiedenen Maschinen, welche beim Bau der Brücke bei Neuilli gebraucht worden sind.

Schöpfmaschine.

Taf. 10.

Das Schöpfrad ist 16 Fuß 6 Zoll hoch, 4 Fuß 6 Zoll breit, und hat an seinem Umfange 16 Schöpfkasten und 118 Kämme.

Das Wasserrad ist 18 Fuß hoch und hat an seinem Umfange 128 Kämme. Die Schaufeln sind 20 Fuß lang und 3 Fuß breit. Um denselben eine, so viel als möglich, vortheilhafte Lage zu geben, hat man dieselben unter einem Winkel von 15 Grad mit dem Halbmesser eingesetzt, wodurch dieselben weniger Widerstand erleiden, wenn sie aus dem Wasser heraustreten.

Jeder Drehling hat 4 Fuß Durchmesser und 30 Stecken. Die Drehlingswelle ist 1 Fuß stark und bald länger bald kürzer, je nachdem es die Umstände erfordern. Bei Neuilli ist dieselbe bald 38 Fuß, bald 54 Fuß, bald 108 Fuß lang gebraucht worden.

Das Schöpfrad liegt auf einem Gerüste, welches aus 4 Säulen besteht, die auf zwei Längen- und zwei Queerschwellen stehen, oben durch 2 Holme und 2 Balken, und sonst durch Eckbänder mit den Schwellen und den Blattstücken verbunden sind. Jede dieser Säulen ist in der Mitte 4 Zoll weit auf einen Theil der Höhe durchgestemmt, um die Zapfen der Well-Lager, die, je nachdem es nöthig ist, höher oder tiefer gelegt werden, durchstecken zu können. Das eine Lager der Drehlingswelle ist auf gleiche Weise in das zugehörige Gerüste eingelegt, d. h. so, daß dasselbe nach Gefallen höher oder tiefer gelegt werden kann.

Der Vortheil, welchen diese Gerüste gewähren, ist der, daß das Rad und die Drehlingswelle herunter gelassen werden können, ohne daß weiter etwas nöthig ist, als um diese Gerüste herum zu baggern.

Man bemerke, daß das so eben erwähnte Wasserrad bestimmt war, eine Welle von 108 Fuß Länge in Bewegung zu setzen. Deshalb wurden die Schaufeln 20 Fuß lang und das Rad 18 Fuß im Durchmesser groß gemacht. Wenn weniger Reibung und Widerstand zu überwältigen ist, so kann das Rad nur 17 Fuß hoch und die

Digitized by Google

Schaufeln können nur 17 bis 18 Fuß lang sein; allein es ist immer rathsam, die Drehlinge etwas größer zu machen, um die Reibung zwischen den Kämmen des Rades und den Drehlingsstecken zu vermindern. Bei Anfang des Ausschöpfens hatten die Drehlinge nur 2 Fuß Durchmesser; allein die Kämme des Wasserrades wirkten so stark auf die Stecken der Drehlinge, und die letztern nutzten sich so bald ab, daß ein Zimmermann fortwährend mit dem Einziehen neuer Stecken und Kämme beschäftigt war, so daß die Erfahrung lehrte, daß es besser sei, die Drehlinge 4′ im Durchmesser groß zu machen.

Wenn die Oertlichkeit nicht erlauben sollte, die Welle des Schöpfrades in ein Gerüste wie das vorbeschriebene zu legen, so werden Pfähle geschlagen, welche wie die Säulen der Gerüste zum Theil durchgestemmt werden, um in denselben die Welllager in senkrechter Richtung bewegen zu können. Dies Verfahren ist Behufs der Wasserschöpfung beim Stirnpfeiler auf der Seite von Courbevoie, und beim 1sten, 2ten und 3ten Mittelpfeiler angewandt worden.

Ausführliche Beschreibung und Angabe der Abmessungen, des Holzes, Eisens und Messings, so zur Schöpfmaschine verwandt worden, mit Einschluß der Pfähle, Holme ꝛc., worauf die einzelnen Theile derselben liegen; Aufstellung der Maschine, und endlich Kosten, wofür dieselbe angefertigt worden ist.

Bezeichnung der Verbandstücke.	Holzbedarf. Balkenmaaß *)	Fuß	Zoll	Lin.	Preis. Livres	Sous	Den.
Das Wasserrad	114	4	4	3			
128 Kämme zu 4 Sous	.	.	.	.	25	12	
Die Drehlingswelle	35	2	10	8			
60 Drehlingsstecken zu 4 Sous . . .	.	.	.	.	12		
Das Schöpfrad	64	5	11				
118 Kämme dazu zu 4 Sous . . .	.	.	.	.	23	12	
Die Rinnen	9	1	8	2			
16 Schöpfkasten	16	2	4				
Ganzer Betrag der Verbandstücke .	238	17	2	1			
Ankauf, Fälle- und Schneidelohn für das Balkenmaaß . . . . 6 fr.	12				2890	6	11
Arbeitslohn und Fuhrlohn . . 6 fr.							
Seitenbetrag					2951	10	11

*) Zu 3 Cubikfuß, nämlich 6 Fuß lang, ½ Quadratfuß im Querschnitt haltend. Anm. d. Ueb.

	Preis. Livres	Sous	Den.
Uebertrag . . .	2951	10	11
Dazu Arbeitslohn für die Schöpfkasten	48		
634 Schraubenbolzen zu 1 Pfund schwer für das Stück eins ins andre gerechnet 8 Sous 6 Deniers	269	9	
Runde und viereckige Ringe und Schienen zu diesen Rädern 1600 Pfund zu 5 Sous 6 Deniees	440		
6 messingene Pfannen zusammen 51 Pfund schwer, zu 40 Sous . .	102		

Arbeitslohn für das Richten der Maschine.

Zum Einrammen der Pfähle und Spundbohlen.

11 Tage Zimmerarbeit zu 45 Sous	24	15	
250 Tagelöhne zu 24 Sous	300		
11 Tagelöhne an Schiffer zu 37 Sous 8 Deniers im Durchschnitt . .	20	14	

Die Maschine zusammenzusetzen und in Gang zu beingen.

96⅔ Tage Zimmerarbeit zu 44 Sous 6 Deniers im Duechschnitt . .	215	1	
14 Tagelöhne zu 24 Sous	16	16	
26½ Tagelöhne an Schiffer zu 30 Sous	39	15	
4 Tage Pferdemiethe zur Holzanfuhre zu 3 Livees 10 Sous . . .	14		
Die ganze Maschine hat dahee gekostet . .	4442		11

Die ganze Maschine ist genau gewogen worden, und haben sich die Gewichte der einzelnen Theile gefunden, wie folgt:

	Pfund
Das ganze Wasseerad mit allem Zubehör	12166
Das Schöpfrad	4739
Die Drehlingswelle von 38 Fuß 5 Zoll Länge, 12 Zoll Stäeke mit 2 Drehlingen, jeder 4 Fuß im Durchmessee geoß	3250
Ganzes Gewicht der Maschine . .	20155

Digitized by Google

Zeichnung der Grundpfähle

unter einem Stirn- und einem Mittelpfeiler, von den Rammen, der Maschine zum Ausziehen der Pfähle, und der um die Steine zu durchbohren.

Taf. 11.

Grundriß von der Stellung der Grundpfähle.

Fig. 1. zeigt die Stellung der Grundpfähle unter einem Stirnpfeiler, und Fig. 2. die Stellung derselben unter einem Mittelpfeiler, und bei jedem Pfahl die Nummer, die derselbe in der hiervor gegebenen Tabelle hat.

Zugramme.

Fig. 3. ist der Aufriß der Zugramme, die zum Schlagen der Grundpfähle gebraucht worden ist.

Die Abmessungen der Verbandstücke dieser Maschine und der übrigen auf derselben Kupfertafel befindlichen sind daselbst genau angegeben.

Fig. 4. ist der Querschnitt und Fig. 5. der Grundriß dieser Ramme.

Kunstramme.

Fig. 6. 7. und 8. enthalten Aufriß, Durchschnitt und Grundriß der Kunstramme, welche gleichfalls zum Schlagen der Grundpfähle gebraucht worden ist.

Diese Kunstrammen weichen von den Zugrammen nur darin ab, daß sie nur ein großes in einer senkrechten Ebene sich bewegendes Rad haben, in dessen Felgen eine 3 bis 4 Zoll tiefe Rinne angebracht ist, damit in derselben ein 6 Linien starkes Seil mehrere Mahle übereinander aufgewickelt werden könne, an welches ein oder mehrere Pferde angespannt werden. Dies Rad erhält einen kleinern oder größern Durchmesser nach der Höhe der Ramme. Die 4 bei Neuilli gebrauchten Rammen waren von der Achse der Rammscheibe bis zur Oberkante der Schwellen 33 Fuß hoch; die Räder an denselben hatten 10 Fuß Durchmesser, und die Walzen oder Wellen, auf welche sich das Rammtau aufwickelte, waren für die 1200 Pfund schweren Rammbäre 18 Zoll, und für die 1900 Pfund schweren 13 Zoll stark.

Bei diesen Rammen arbeiteten 4 Mann und ein Pfahlmeister. 2 Pferde von mittlerer Stärke zogen den Rammbär durch das Seil in die Höhe, welches um das

Digitized by Google

Rad liegt. 1 Mann außer dem bei den Pferden geht hinter den letztern her, um das Seil auszuhängen, sobald der Rammbär heruntergefallen ist. 2 andre drehen hierauf das Rad zurück und wickeln das Seil wieder auf daſſelbe auf. Der 4te hängt den Rammbär an das Tau, und der Pfahlmeiſter richtet den Pfahl ein.

Die Bäre an dieſen Rammen waren von Gußeiſen und hatten Falze, in welche die Läufer paſſen, ſo wie dies auf der Kupfertafel angegeben iſt.

Maſchine zum Ausziehen der Pfähle.

Fig. 9. 10. 11. und 12. enthalten Grundriß, Aufriß und Durchſchnitt einer Ramme, welche zum Ausziehen von Pfählen eingerichtet worden iſt. Die Fangedammspfähle, die Spundbohlen, die Abweiſepfähle, die Pfähle in den Gerüſten und in der hölzernen Brücke über den Arm des Fluſſes auf der Seite von Courbevoie ſind ſämmtlich mit dieſer Maſchine ausgezogen worden. Dieſe ſtand auf einem Marne-Schiffe, und iſt eine der beſten bekannten Maſchinen zum Ausziehen von Pfählen, da, wenn dieſelbe gebraucht wird, mit einem Rammbär auf den Pfahl geſchlagen werden kann, ſobald die Seile ſtraff angezogen ſind.

Fig. 12. iſt eine ausführliche Zeichnung von den zwei Rollen und ihren Geſtellen, über welche die Ramntaue beim Schlagen gehen.

Maſchine, um Löcher durch Steine zu bohren.

Fig. 15. zeigt den Grundriß der Maſchine, welche gebraucht worden iſt, um durch die untern und obern Wölbſteine die Oeffnungen zum Abfluß des auf die Brücke fallenden Waſſers zu bohren.

Fig. 13. und 14. iſt der Aufriß und der Durchſchnitt dieſer Maſchine. Das Rad an derſelben iſt nur ein Schwungrad, und dient blos zur Erleichterung der Bewegung.

Fig. 16. iſt der eiſerne Bohrer, deſſen Schneiden verſtählt ſind.

Fig. 17. iſt ein Durchſchnitt der Welle mit der Zuglatte, wodurch der Bohrer in Bewegung geſetzt wird.

Fig. 18. iſt der Grundriß der Welle und der Kurbel.

Sollen die Löcher rund werden, ſo muß ein Arbeiter den Bohrer unaufhörlich, aber wenig auf ein Mahl, drehen, indem ſonſt das Loch länglich wird.

Jeder Ausfluß beſtand aus einem Gewölbſteine von 5 Fuß Höhe, und einem andern von oben in den erſtern eingelaſſenen von 5 Fuß 10 Zoll, ſo daß die ganze

Oeff-

Digitized by Google

Oeffnung 10 Fuß 10 Zoll lang war. Unten hatte dieſelbe 8 Zoll im Durchmeſſer, oben nahe am Pflaſter aber nur 6 Zoll, damit der untere Theil ſich nicht verſtopfen konnte.

Bei jeder ſolchen Maſchine wurden zwei Mann angeſtellt, um das Rad, und ein dritter, um den Bohrer zu drehen. Das Loch wurde alle zwei Stunden mit einem Löffel an einem langen Stiele rein gemacht. Gewöhnlich wurde ein 5 Fuß langer Stein in $2\frac{1}{2}$ Tagen durchgebohrt, und 3 Livres für den laufenden Fuß, 8 Zoll im Durchmeſſer weite Oeffnung, bezahlt, wobei den Arbeitern die Bohrer angeſchafft und unterhalten wurden.

Maſchinen
zum Heben der Steine, zum Mahlen des Cements und zur Bereitung des Mörtels
und Wagen zur Steinanfuhre.

Taf. 12.

Erſte Maſchine zum Heben der Steine.

Fig. 1. ſtellt die Maſchine vor, mit welcher die Quadern und die Gewölbſteine auf die Lehrbogen gehoben wurden. Sie beſteht aus 2 Rädern (Ziehſcheiben) und einer Welle, welche auf Böcken liegt, und ruht auf einem hölzernen Gerüſte, deſſen Höhe der der Lehrbogen, von der Oberfläche der Nothbrücke an gerechnet, angemeſſen iſt. Dies hölzerne Gerüſte ſteht auf Rollen, ſo daß es, während die Schichten verſetzt werden, fortgeſchoben werden kann. So wie der Wagen mit dem Steine unter der Welle ankommt, wird um den letztern ein Seil gelegt, und in dieſes der Haken am Windetau eingehängt, wo dann 4 Mann, nämlich 2 an jedem Rade, mit Leichtigkeit einen Stein von 5000 Pfund heben können. Sobald ein ſolcher Stein ohngefähr 16 Zoll höher gehoben war, als die Stelle, wo derſelbe verſetzt werden ſollte, legte ein Arbeiter 2 Bohlen darunter und hernach 2 Walzen. Dann ließen die Arbeiter an den Ziehſcheiben das Tau langſam nachgehen, und der Stein kam bei der ſchrägen Lage der Bohlen leicht an die Stelle, wo er verſetzt werden ſollte, worauf ihn dann 2 Steinmetzen mit Fußwinden in die richtige Lage brachten und verſetzten.

In den Säulen *C* und *D* (Fig. 1.) waren Falze angebracht, damit der Riegel *AB* höher oder tiefer gelegt werden konnte, um auf denselben wieder, wie schon gesagt, den Stein etwa 16 Zoll höher, als er versetzt werden sollte, bringen zu können. Der Riegel *AB* ruhte dann wieder auf eisernen Bolzen, die durch in gleicher Höhe in die Säulen *C* und *D* gebohrte Löcher gesteckt waren.

Fig. 2. ist dieselbe Maschine von vorn.

Zweite Maschine zum Heben der Steine.

Fig. 5. 6. und 7. enthalten Grundriß, Aufriß und geometrische Ansicht von oben von einem kleinen Krahn, womit die Steine zu den Bogen über den Leinpfaden gehoben worden sind. Zwei Mann, an jedem Rade einer, konnten die Wölbsteine zu diesen Bögen, von deren einem eine Ansicht Fig. 8. gegeben ist, heben.

Maschine, um Ziegelsteingut zum Cement zu mahlen.

Diese Maschine ist Fig. 3. vorgestellt; *A* ist der Verband eines Kranzes der Walze derselben, welche mit altem Eisen, Blei und andern schweren Massen angefüllt, und deren Umring mit eisernen Reifen beschlagen war.

B ist ein Gefäß zum Messen des gemahlenen Cements.

Die Maschine wurde durch einen Mann besorgt, und durch ein Pferd in Bewegung gesetzt, welches täglich gewöhnlich 3 Fässer von 5 Cubikfuß, also 15 Cubikfuß mahlte.

Maschine zur Bereitung des Mörtels.

Diese Maschine (Fig. 4.) wurde durch ein Pferd getrieben, bei welchem ein Mann zur Aufsicht war. Ersteres wurde alle 2 Stunden abgelöst. Jede Maschine lieferte in 12 Stunden 6 Gruben voll. In eine Grube gingen auf einmahl 12 Cubikfuß Kalk und 24 Cubikfuß Flußsand, so daß 6 Gruben voll, die täglich zubereitet wurden, 72 Cubikfuß Kalk und 144 Cubikfuß Sand ausmachten. Indessen hat man bemerkt, daß diese Mischung nur 155 Cubikfuß Mörtel gab, weil der Mörtel sich großentheils in die Zwischenräume des Sandes zieht, und zwar mehr oder weniger, je nachdem der Sand grob ist.

Blockwagen.

Fig. 9. 10. 11. 12. und 13. enthalten Grundriß, Aufriß, Durchschnitt und verschiedene einzelne Theile des vierrädrigen Blockwagens, mit welchem die 34 Fuß

Digitized by Google

langen Decksteine der Geländer aus dem Steinbruche bei Saillancourt nach Neuilli, 9 Lieues weit, geschafft wurden.

Fig. 14. ist ein andrer vierrädriger Wagen, womit die 12 Würfel oder Decksteine auf die Pilaster, jeder 9 Fuß lang, 9 Fuß breit, 2 Fuß 9 Zoll hoch, vom Bauplatz auf die Brücke gebracht wurden.

Prismatische Kippkarre zum Erdefahren.

Taf. 8.

Fig. 1. stellt den Aufriß von 2 Kippkarren, welche von einem Pferde gezogen werden, vor. Die eine derselben hat eine Gabel, die andre aber einen Langbaum.

Fig. 2. Grundriß dieser 2 Karren.

Fig. 3. Ansicht einer Karre von vorn.

Fig. 4. Aufriß des Kastens mit den Mittelpunkten der Curven.

Fig. 5. Durchschnitt einer Karre.

Preise der einzelnen Theile einer zu Neuilli angefertigten Karre.

	Liv.	Sous
Das Gestell und die Gabel kosten zusammen an Materialien und Arbeitslohn . .	10	
Anfertigung des Gerippes des Kastens, bestehend aus einem Bodenstück, 4 Krümmlingen und 2 Giebelstücken	5	
In diesen Kasten ist eine Quadrattoise Bretter von 1 Zoll Stärke gekommen; diese kostet	4	
Ein Paar Räder, 4 Fuß 10 Zoll im Durchmesser	20	

Beschlag.

Sechs Winkel, um den Kasten zusammen zu halten, überhaupt 8 Pfund schwer .	2	4
Zwei Schienen, zur Befestigung der Krümmlinge an das Bodenstück, zusammen 6 Pfund schwer	1	13
Ein Haken und eine Krampe, um den Kasten festzustellen, wenn derselbe beladen ist, zusammen 3 Pfund schwer	1	
Nägel zum Kasten	1	
Eine Achse, 60 Pfund schwer	16	10
Ein Centner Eisen zum Beschlag der 2 Räder	18	
Für das Beschlagen der Räder und die Nägel	10	
Die 2 Haken an die Gabel		3
Betrag für eine Karre	89	10

Erfahrungen über den Erdtransport mit prismatischen Kippkarren.

Erste Erfahrung mit einer Kippkarre, die 7 Cubikfuß Abtrag enthält.

Auf 86 Toisen Entfernung und 3 und 4 Zoll Steigung auf die Toise.

Eine Kippkarre mit einem Pferde, wofür mit dem Fuhrmann täglich 4 Livres bezahlt wurden, fuhr 61 Mahl, schaffte also 427 Cub. Fuß oder 1 Cubiktoise 5 Toisenfuß 10 Toisenzoll*) in einem Tage weg, so daß die Cubiktoise auf 40 Sous zu stehen kam.

Zweite Erfahrung.

Auf 157 Toisen Entfernung, wovon die eine Hälfte 2 und 3 Zoll Steigung auf die Toise hatte, die andere auf waagerechtem Boden lag, fuhr ein Pferd mit einer Kippkarre 40 Mahl, schaffte also 280 Cubikfuß oder beinahe 1 Cubiktoise 2 Toisenfuß täglich weg, so daß die Cubiktoise 3 Livres kostete.

Dritte Erfahrung.

Auf 215 Toisen mittlere Entfernung und ebenem Boden fuhr ein Pferd mit einer Karre 38 Mahl täglich, schaffte also 266 Cubikfuß oder 1 Cubiktoise 1 Toisenfuß 4 Toisenzoll 8 Toisenlinien weg, so daß die Cubiktoise 3 Livres 5 Sous kostete.

Vierte Erfahrung.

Auf 250 Toisen mittlere Entfernung und ebenem Boden fuhr ein Pferd mit einer Karre 34 Mahl täglich, schaffte also 238 Cubikfuß oder 1 Cubiktoise 7 Toisenzoll 4 Toisenlinien weg, so daß die Cubiktoise 3 Livres 13 Sous kostete.

Fünfte Erfahrung.

Auf 286 Toisen mittlere Entfernung, wovon 120 Toisen auf die Toise 4 Zoll Steigung hatten, die übrigen aber waagerecht lagen, fuhr ein Pferd mit einer Kippkarre 29 Mahl täglich, schaffte also 203 Cubikfuß oder 5 Toisenfuß 7 Toisenzoll 8 Toisenlinien fort, so daß die Cubiktoise 4 Livres 5 Sous 4 Deniers kostete.

---

*) 1 Toisenfuß ist 1 Toise lang, 1 Toise breit, 1 Fuß hoch. 1 Toisenzoll eben so lang und breit und 1 Zoll hoch. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

Sechste Erfahrung.

Auf 330 Toiſen mittlere Entfernung, wovon ein Drittel 3 bis 4 Zoll Steigung auf die Toiſe hatte, der Reſt aber waagerecht lag, fuhr ein Pferd täglich regelmäßig 24 Mahl, ſchaffte alſo 168 Cubikfuß weg, ſo daß die Cubiktoiſe 5 Livres 4 Sous koſtete.

Siebente Erfahrung.

Auf 470 Toiſen mittlere Entfernung, wovon ohngefähr ein Drittel 3 bis 4 Zoll auf die Toiſe bergan ging, der Reſt aber waagerecht lag, fuhr ein Pferd mit einer Kippkarre täglich 20 Mahl, ſchaffte alſo 140 Cubikfuß weg, ſo daß die Cubiktoiſe 6 Livres koſtete.

Erfahrung mit 2 Kippkarren, welche zuſammen von einem Pferde gezogen wurden.

Auf 135 Toiſen mittlere Entfernung, und bei 4 Zoll Gefälle auf die Toiſe, fuhr ein Pferd mit 2 Kippkarren, wofür mit dem Fuhrmann 4 Livres bezahlt wurden, täglich 43 Mahl, jedes Mahl 14 Cubikfuß, ſchaffte alſo an jedem Tage 2 Cubiktoiſen 4 Toiſenfuß 8 Toiſenzoll 8 Toiſenlinien weg, wobei die Cubiktoiſe 1 Livre 9 Sous koſtete.

Erfahrung mit 3 Kippkarren, welche zuſammen 21 Cubikfuß ladeten, und von einem Pferde gezogen wurden.

Auf 68 Toiſen mittlere Entfernung, bei 2 Zoll 4 Linien Gefälle auf die Toiſe, fuhr ein Pferd mit 3 Kippkarren, wofür mit dem Fuhrmann 4 Livres bezahlt wurden, täglich 66 Mahl, und ſchaffte jedes Mahl 21 Cubikfuß, alſo täglich 6 Cubiktoiſen 2 Toiſenfuß weg, ſo daß die Cubiktoiſe 12 Sous 7 Deniers koſtete.

Eine andere Erfahrung mit 3 Kippkarren, welche zuſammen 21 Cubikfuß ladeten, und von einem Pferde gezogen wurden.

Auf 150 Toiſen mittlere Entfernung, ebenfalls bei 2 Zoll 4 Linien Gefälle auf die Toiſe, fuhren 3 Kippkarren, auch nur von einem Pferde gezogen, 44 Mahl, jedes Mahl 21 Cubikfuß, und überhaupt 4 Cubiktoiſen 1 Toiſenfuß 9 Toiſenzoll täglich, ſo daß die Cubiktoiſe 18 Sous koſtete.

Digitized by Google

Angabe der Preise der verschiedenen Arten von Arbeiten, die beim Bau der Brücke zu Neuilli vorgekommen sind, ohne das Zehntel, welches für Aufsichtskosten und den Gewinnst des Entrepreneurs hinzugerechnet werden muß.

Es wird nöthig sein, zuerst die Beträge der verschiedenen Tage- und Fuhrlöhne, und den Preis des Brods anzugeben, damit man hiernach für spätere Zeiten oder andere Gegenden die Preise für ähnliche Arbeiten berechnen könne, da dieselben gewöhnlich von dem des Brods und der Höhe der Tagelöhne abhängen.

Mauerarbeit.

	Livres	Sous Den.
Polirer, monatlich	100	
Steinhauer, täglich, wobei dieselben ihre Werkzeuge anschaffen und unterhalten müssen	2	5
Steinmetzen, beim Versetzen	3	
Gehülfen der letztern	1	18
Arbeiter beim Vergießen und Verstreichen der Fugen	1	14
Maurer	1	12
Tagelöhner, 24 bis 26 Sous, im Durchschnitt	1	5

Zimmerarbeit.

Polirer, monatlich	100	
Zimmergesellen, ohne das Werkzeug, täglich	2	5

Schlosserarbeit.

Gesellen in Tagelohn, von 40 bis 50 Sous, also im Durchschnitt	2	5

Erdarbeiter.

Der Aufseher monatlich	80	
Accord-Arbeiter	1	12
Tagelöhner, 24 bis 28 Sous nach Verhältniß ihrer Stärke, also im Durchschnitt	1	6

Pflasterer.

Der Meister	3		
Gesellen, 25 bis 50 Sous, im Durchschnitt	2	7	6
Rammer, 26 bis 28 Sous, im Durchschnitt	1	7	
Tagelöhner	1	5	

Digitized by Google

Ein halbweißes Brod, von 12 Pfund, so wie die Arbeiter es aßen, hat während der 12 Jahre, in welchen der Bau aufgeführt ist, 26 Sous bis 30 Sous gekostet, also 28 Sous im Durchschnitt, oder das Pfund 2 Sous 4 Deniers.

Es trat eine Getreidetheurung ein, welche drei Jahre, nämlich bis 1774, dauerte, und der mittlere Preis des Pfundes Brod war während derselben 3 Sous. Indessen ist das Tagelohn geblieben, da die Arbeiter Beschäftigung bedurften; allein bei fortdauernder Theurung würde nothwendigerweise auch das Tagelohn gestiegen sein.

Das Fuhrlohn für einen zwei- und dreispännigen Wagen war 7 Livres und 10 Livres täglich.

Ein einzelnes weniger starkes Pferd zu den kleinen prismatischen Fuhrwerken, deren man sich zu den Erdfuhren bediente, kostete mit dem Fuhrmann 3 Livres 10 Sous täglich, in den letzten Jahren 4 Livres.

Fangedämme.

Berechnung einer laufenden Toise Fangedamm.

Die Fangedammspfähle standen 4 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander, so daß auf jede Toise 3 Stück kamen. Jeder Pfahl war 24 Fuß lang, um 6 Fuß aus dem niedrigsten Wasser zu stehen, und 9 Zoll im mittlern Durchmesser stark; die Rinde, die indessen daran gelassen war, nicht mitgerechnet.

	Toisen	Fuß	Zoll	Balkenmaaß *)	Fuß	Zoll	Livres	Sous	Den.
Ganze Länge	12								
Durchmesser			9	10	3	7			
100 Balkenmaaß Holz in der Rinde kostete bis nach Neuilli 390 Livres, also ein Balkenmaaß				3 L.	18 S.		41	6	7
Die 3 Pfähle zu spitzen, gerade abzuschneiden, und die Aeste abzuputzen, für den Pfahl 5 Sous								15	
Der Schuh wog mit Einschluß der Nägel 18 Pfund; zu 6 Sous macht dies für einen Pfahl 5 Livres 8 Sous, und für 3 Pfähle							16	4	
Die Federn der Schuhe in die Pfähle einzulassen und die letztern zu beschlagen .								15	
Seitenbetrag . .							59		7

*) 6 Fuß lang, 3 Cubikfuß enthaltend, also ½ Quadratfuß im Queerschnitt.
Anm. d. Ueb.

	Livres	Sous	Den.
Uebertrag . .	59		7
Die 3 Pfähle an Ort und Stelle zu schaffen und einzurammen, für jeden 6 Livres	18		
Unterhaltung der Rüstung, 15 Sous für den Pfahl	2	5	
2 Reihen Riegelhölzer, zusammen lang . 2 Toisen; ins Gevierte . 6 Fuß; Balkenm. 1			
100 Balkenmaaß geschnittenes Holz kostete bis nach Neuilli 425 Livres, und das Balkenmaaß . . . . . 4 L. 5 S.			
Solches auf den Bauplatz zu schaffen, zuzurichten und einzubringen . . . 5			
= 4 L. 10 S.	4	10	
Drei kleine eiserne Spitzbolzen zur Befestigung der Riegelhölzer an die Pfähle zu 6 Sous			18
16 Spundbohlen 9 Zoll breit und 21 Fuß lang. Gesammte Breite . . . 2 Toisen; Länge . . . 3 Toisen 3 Fuß; Stärke . . . 4 Zoll; Balkenm. 28			
100 Balkenmaaß, mit Einschluß von 45 Livres für Schneide- und Arbeitslohn, die Spundbohlen zu spitzen und zuzurichten, kostete 470 Livres, und das Balkenmaaß . . . 4 L. 14 S.			
= 131 L. 12 S.	131	12	
Sechzehn Schuhe, jeder 8 Pfund mit den Nägeln schwer, sind 128 Pfund zu 6 Sous	38	8	
Die Blätter einzulassen und die 16 Spundbohlen zu beschlagen zu 4 Sous .	3	4	
8 Leisten, in welchen die Rahmen wie in Falzen gehen. Länge . . . 1 Toise; Gesammte Breite . . . 1 Toise; Stärke . . . 4 Zoll; Balkenm. 4			
Das Balkenmaaß zu 4 Livres 15 Sous mit Einschluß des Arbeitslohns für Anfertigung der Rahmen und Spundbohlen, Schneiden und Richten . . . . . 4 L. 15 S.			
= 19 L.	19		
8 Bolzen 9 Linien stark, 1 Fuß zwischen Auge und Kopf lang, mit Einschluß von Scheibe und Splint, 4 Pfund schwer, zusammen . . . . . 32 Pfd.			
und das Pfund zu 6 Livres . . . . 6 L.			
= 9 L. 12 S.	9	12	
Die Spundbohlen auf die Baustelle zu schaffen und die Rüstung ꝛc. zu unterhalten . . . . . 16 Spundbohlen			
zu . . . . . 2 L. 7 S. 6 D.			
= 38 L.	38		
Seitenbetrag	324	9	7

Eine

				Livres	Sous	Den.
	Uebertrag			324	9	7
Eine Zange, lang.	Toiſen 2	Fuß 3	Zoll	Baikenm. 2	Fuß 1	Zoll 4	
ins Gevierte ſtark			8				10
zu				4 L.	10 S.		
2 kleine eiſerne Bolzen zur Befeſtigung der Riegel zu 6 Sous								12	
Betrag für eine Toiſe				335	1	7

Berechnung einer laufenden Toiſe Fangedamm, wenn ſolche mit den bei Einnehmung des Vorhergehenden gewonnenen Materialien erbaut wird.

	Livres	Sous	Den.
Drei Pfähle an Ort und Stelle zu ſchaffen und einzurammen, wie oben	12		
Unterhaltung der Rüſtung	2	5	
Weiterſchaffung und Einbringung der Riegelhölzer, mit Einſchluß der Bolzen und des Abganges	1		
Die Spundbohlen fortzuſchaffen und einzurammen, mit Einſchluß der Unterhaltung der Rüſtung — 16 Spundbohlen zu 2 L. 7 S. 6 D.	38		
Die Leiſten, welche die Falze bilden, fortzuſchaffen und wieder einzubringen, 3 Baikenmaaß zu 4 Sous		12	
Ein Zehntheil für Abzug an zerbrochenen Spundbohlen und Leiſten, auch verlornen Bolzen	15	6	1
Die Riegel fortzuſchaffen und wieder einzubringen, mit Einſchluß des Abgangs		10	
Betrag für die Toiſe	69	13	1

Pfahlroste.

Berechnung eines Grundpfahls für die Mittel- und Stirnpfeiler.

	Toisen	Fuß	Balkenm.	Fuß	Zoll	Livres	Sous	Den.
Mittlere Länge eines Grundpfahls	3		4	4	4	18	18	4
Mittlerer Durchmesser		1						
Das Balkenmaaß zu 3 Livres 18 Sous			3 K.	18 C.				
Den Grundpfahl zuzurichten, am dünnen Ende zu spitzen und rechtwinklicht abzuschneiden, eiserne Ringe darum zu legen, ihn während des Rammens nachzuschneiden und mit einem Zapfen zu versehen						1	10	
Der Pfahlschuh mit Federn und Nägeln wog 25 Pfund zu 6 Sous						7	10	
Die Federn einzulassen und den Pfahl zu beschlagen							6	
Die Anfuhre vom Bauplatz zur Baustelle, und das Einrammen bis der Pfahl nicht mehr ziehen wollte, kostete im Durchschnitt mit Einschluß der Rüstung						19	4	
Unterhaltung der Geräthschaften						1	5	
Betrag der Kosten für einen Grundpfahl						48	3	4

Langschwellen und Zangen.

Für Lieferung, Zurichtung und Aufbringung der Langschwellen und Zangen wurde für das Balkenmaaß 5 Livres bezahlt.

Belag.

Berechnung einer Quadrattoise Belag, 4 Zoll stark.

	Livres	Sous	Den.
4 Balkenmaaß Holz zu 4 Livres 11 Sous	18	4	
Den Belag zu fügen, an Ort und Stelle zu schaffen und aufzulegen, für das Balkenmaaß 12 Sous	2	8	
48 Nägel zu 3 Sous	7	4	
Betrag für eine Toise	27	16	

Quadersteine.

Der mittlere Preis eines Cubikfußes harter Quadersteine betrug mit Einschluß des Behauens, der Anfuhre und des Aufsetzens auf den Bauplätzen 28 Sous.

Digitized by Google

Behauen und Verſetzen der Quadern im Grundwerk

Große Steine.

Berechnung der eefoedeellichen Koſten, um eine Quadeattoiſe Stienfläche im Geundwerk zu behauen, zu verſetzen und zu verſteeichen, bei 5 Fuß 5 Zoll 4 Linien mittleeee Stärke dee Bekleidung.

	Livres	Sous	Den.
Einen Quadeatfuß Quadeeſteine zu behauen 18 Sous; füe Lehebeetter, Fußwinden, Meißel, Hebebäume ꝛc. 2 Sous; alſo für einen Quadratfuß übeehaupt 20 Sous, und füe eine Quadrattoiſe	36		
Für Aufladen eines Cubikfußes Stein und Abfuhee deſſelben vom Bauplatz auf die Bauſtelle wueden mit Einſchluß des Geeäthes 2 Sous bezahlt; die Rothbeücken und Gerüſte koſteten auf jeden Cubikfuß 4 Sous. Eine Quadeattoiſe enthält 160 Cubikfuß Steine, und koſten dieſe, auf den Cubikfuß 6 Sous geeechnet	48		
Ein Steinmetz und 2 Gehülfen, welche täglich 7 Livees erhielten, haben täglich eine Quadeattoiſe veeſetzt . .	7		
Zu einer ſolchen wueden 10 Cubikfuß Cement veebraucht, zu	14	11	
Der gelöſchte Kalk zu 1 Cubikfuß Cement koſtete	8	10	
Arbeitslohn und Fuhrlohn füe den Möetel .	2	4	
Betrag füe einen Cubikfuß .	1	6	1
und füe 10 Cubikfuß	13		10
Arbeitslohn, die Fugen zu veegießen, zu veeſteeichen und mit Week zu dichten; 3 Maueee, die zuſammen täglich 5 Livres 8 Sous erhielten, haben täglich eine Quadrattoiſe gefertigt, daher koſtete eine ſolche . . .	5	8	
Kleine Geeüſte und Geeäthe		16	2
	26	5	
Die Theile unter dem Waſſer zu verſteeichen, Cement und Werkzeuge einſchließlich	2		
Geſammtbetrag für eine Toiſe .	112	5	

Behauen und Verſetzen der Werkſtücke oberhalb der Grundmauern und in den Gewölben.

Große Steine.

Berechnung einer Quadrattoiſe Stirnfläche oberhalb der Grundmauern in Betreff des Behauens und Verſetzens der Steine ꝛc. bei 5 Fuß mittlerer Stärke.

	Livres	Sous	Den.
Bearbeiten und Behauen, wie in vorſtehender Berechnung	36		
Eine Quadrattoiſe vom Bauplatz bis auf den Bau zu ſchaffen, mit Einſchluß des Aufladens der Rothbrücken und der Gerüſte	54		
Die Steine auf die Grundmauern zu heben, für den Cubikfuß 2 Sous, und für eine Quadrattoiſe von 5 Fuß Stärke	18		
Für das Verſetzen, Vergießen und Verſtreichen, mit Einſchluß der fliegenden Gerüſte, des Mörtels und Cements	27	10	
Nachzuputzen und mit Cement zu verſtreichen, mit Einſchluß der deshalb neu gefertigten Gerüſte	8		
Betrag für eine Toiſe .	143	10	

Kleine Steine.

Berechnung einer eben ſolchen Quadrattoiſe Stirnfläche, aber nur bei 2 Fuß 6 Zoll 8 Linien mittlerer Stärke.

	Sous	Livres	Sous	Den.
Einen Quadratfuß zu behauen	10			
Solchen abzulehren	2			
Betrag für einen Fuß .	12			
und für 36 Quadratfuß oder eine Toiſe		21	12	
Fuhrlohn vom Bauplatz bis zur Bauſtelle, Wege, Rothbrücken, Aufladen, und Unterhaltung des Geſchirres einſchließlich		28		
Die Steine aufzubringen		10		
Dieſelben zu verſetzen, mit Einſchluß des Kalk- und Cementmörtels, und des Lohns für das Vergießen und Verſtreichen		18		
Nachputzen und Ausſtreichen		4		
Geſammtbetrag für eine Toiſe .		81	12	

Digitized by Google

Bruchsteinmauerwerk in den Grundmauern.

Berechnung einer Cubiktoise Mauer von Bruchsteinen, Kalk und Sand.

	Livres	Sous	Den.
Die Cubiktoise harter Bruchstein kostete bis auf den Bauplatz, mit Einschluß des Aufruthens	29		
Ein Zehntheil Abgang	2	18	
Betrag	31	18	
Dieselbe vom Bauplatz auf den Bau zu schaffen, mit Einschluß des Geschirrs	5		
80 Cubikfuß Flußsand zu heben, zu 9 Deniers	3		
24 Cubikfuß Kalk, für den Muid zu 48 Cubikfuß, 40 livres	20		
Den Kalk zu löschen	1	15	
Den Mörtel zuzubereiten, Fuhrlohn für denselben, Arbeitslohn, und Unterhaltung des Geschirrs	16	10	
Gesammtbetrag	78	3	

Bruchsteinmauer über den Grundmauern.

Das Bruchsteinmauerwerk über den Grundmauern kam für jede Cubiktoise um 5 Livres 9 Sous höher zu stehen, weil die Bruchsteine und der Mörtel in die Höhe geschafft werden mußten.

Rauhe Werkstücke.

Berechnung eines Cubikfußes rauher Werkstücke zu den Grundmauern.

	Livres	Sous	Den.
Ein Cubikfuß rauhe Werkstücke kostete bis auf den Bauplatz		16	
Für das Spitzen derselben beim Versetzen		2	
Fuhrlohn vom Bauplatz auf die Baustelle		1	6
Für das Versetzen, Mörtel und Maurearbeit		2	
Aufsichtskosten und das auf dem Bauplatze nöthige Geräthe		1	
Betrag	1	2	6

Die rauhen Werkstücke, welche über den Grundmauern versetzt wurden, kosteten mit Einschluß der Maschinen und der Nothbrücke für den Cubikfuß zu heben 2 Sous 9 Deniers mehr.

Digitized by Google

Angabe und Ergebnisse der Erfahrungen über das Abbinden und Aufstellen der Lehrbogen.

	Livres	Sous	Den.
Das Abbinden der Lehrbogen, mit Einschluß der Lehre, der Anfuhre und des Aufstapelns des Holzes auf dem Bauplatze, der Geräthe und Geschirre, so wie des Gehalts der Aufseher, kostete für das Balkenmaaß . . .		16	
Von den Kosten für das Einrammen der Pfähle zu den Nothbrücken zum Aufstellen aller 5 Lehrbogen, das Arbeitslohn für die Aufstellung und Wegnahme dieser Brücken, die Unterhaltung der Geräthe und Gerüste und die Aufsicht bei dieser Arbeit, und für den Verlust an dem hierzu gebrauchten Holze, kommt auf jedes Balkenmaaß von dem zu den Lehrbogen selbst verbrauchten Holze		5	6
Von den Kosten für Aufstellung der fraglichen Lehrbogen, nämlich für Arbeitslohn beim Aufstellen derselben und beim Abbinden und Einbringen der Zangen, Riegelhölzer und Sturmbänder (welches alles nicht ehe geschehen kann, als bis die Curven gerichtet und ins Loth gebracht sind), für Geräth und Geschirr, Abgang an Seil- und Tauwerk, und Aufsicht kommt auf jedes Balkenmaaß		9	6
Einnehmung der Lehrbogen und Weiterschaffung derselben		7	4
Betrag der Abbindungs- und Aufstellungs-Kosten, mit Einschluß der Nothbrücken für ein Balkenmaaß	1	18	4

Das Balkenmaaß starkes Holz kostete bis auf den Bauplatz bei Neuilli 6 Livres, wovon 3 Livres als Werth des dem Unternehmer nach Beendigung des Baues verbleibenden Theils abgezogen wurden.

Das Balkenmaaß Holz zu den Sturmbändern und Riegeln kostete 4 Livres 5 Sous, wovon 2 Livres 6 Sous als Werth des nach Beendigung der Arbeit übrig bleibenden Theils abgezogen wurden.

Bolzen in den Lehrbogen.

Die Bolzen durch die Hängesäulen wogen jeder mit Kopf und Schraube 21 Pfund. Dem Schlösser sind für das Pfund Eisen, mit Einschluß des Arbeitslohns und des Schneidens der Schraube und der Mutter, 8 Sous 9 Deniers bezahlt worden. Nach Beendigung der Arbeit wurde dies Eisen dem Entrepreneur mit 2 Sous für das Pfund wieder angegeben.

Ein Nagel zur Befestigung der Knaggen auf die Curven wog 2 Pfund, und das Pfund wurde dem Schmidt mit 6 Sous bezahlt.

Digitized by Google

Berechnung der Koſten für eine Quadrattoiſe 6 Zoll ſtarken Eſtrichs von Cement und kleinen Kieſeln, ſo wie ſolcher auf die Oberfläche der Gewölbe der neuen Brücke bei Neuilli gegoſſen worden.

Die kleinen Kieſel wurden aus durchgeſiebtem Grand gewonnen.

	Livres	Sous	Den.
Von dieſen Kieſeln iſt wegen des Verluſts und Abgangs unterwegs ein Zwölftel einer Cubiktoiſe erforderlich		15	
Die Kieſel zuſammenzubringen und aufzuladen		4	
Neun Cubikfuß grober Cement zu 25 Sous 7 Deniers	11	10	3
Drei Cubikfuß feiner Cement zur letzten Lage von 1 Zoll Stärke, zu 28 Sous 1 Denier	4	4	3
Arbeitslohn für die erſten Lagen von Kieſeln und grobem Cement, von zuſammen 5 Zoll Stärke		12	
Arbeitslohn für die letzte Lage von einem Zoll Stärke		4	
Für das Schlagen der erſten Lagen von grobem Cement und Kieſeln		14	4
Für das Schlagen der letzten Lage, bis ſolche trocken und hart geworden iſt und keine Riſſe mehr hat		13	6
Betrag	18	17	4

Ende der Beſchreibung der Brücke bei Neuilli.

Brücke bei Mantes
über die Seine auf der untern Straße von Paris nach Rouen.

Die Seine hat vor Mantes zwei Hauptarme, deren jeder ohngefähr 60 Toisen breit ist, und außerdem noch einen kleinern, der in denjenigen von den beiden erstern fällt, der bei der Limay'schen Vorstadt vorbeifließt.

Die alte sogenannte Limay'sche Brücke über den ersten der gedachten größern Arme konnte, wie sich aus der desfalls angestellten Untersuchung ergab, noch einige Jahre stehen bleiben.

Die andre Brücke, welche nach dem Namen des General-Inspectors, der dieselbe auf Befehl des General-Controleurs der Finanzen, Herrn Orry, hatte bauen lassen, Fayols-Brücke genannt wurde, besteht aus 13 kleinen Bogen über den kleinen Arm, mit Einschluß eines solchen über den Leinpfad.

Die dritte, auf der Seite nach der Stadt zu, bestand auch aus 13 sehr alten und schlechten Bogen. Die Schifffahrt ging unter einem derselben durch, der nur 30 Fuß Oeffnung hatte, womit große Beschwerden und für die 28 Fuß breiten Schiffe sogar Gefahren verbunden waren.

Der damalige erste Ingenieur der Brücken und Chausseen, Hr. Hupeau, wurde zu der Zeit von dem verstorbenen Herrn Trudaine, dem Vater, beauftragt, eine neue steinerne Brücke über den zuletzt erwähnten Arm des Flusses zu entwerfen und erbauen zu lassen. Nach seinem Plane sollte in Mantes eine neue 30 Fuß breite Straße durchgebrochen werden (da die vorhandenen Straßen so enge und so krumm waren, daß Extrapoſten sich darin verirrten), und zwar so, daß die Richtung derselben, welche die beiden Arme des Flusses etwas unterhalb der alten Brücken schnitt, in der Folge bis auf die Cölestinerhöhe verlängert werden konnte, wenn die Limay'sche Brücke einmahl neu gebaut werden sollte, wobei diese neue Brücke dann sowohl in die untere Rouen'sche Straße, als in die Magny'sche fiel. Dieser große und treffliche Gedanke wurde angenommen.

Am

Am 3ten August 1756 wurde der Brückenbau dem ꝛc. Michel Vignon für 612000 Livres zugeschlagen, und Herr Hupeau ließ mit den Grundwerken im Jahre 1757. anfangen.

Diese Brücke ist von einem Haupt zum andern 33 Fuß 4 Zoll und zwischen den Geländermauern 30 Fuß breit, und hat 3 Bogen, von denen der mittlere 120 Fuß, die beiden andern aber 108 Fuß weit sind. Die Mittelpfeiler sind 24, die Stirnpfeiler 27 Fuß stark, und die letztern haben noch 14 Fuß lange, 14 Fuß 6 Zoll starke, 37 Fuß bis unter das Gesimse hohe Flügelmauern. Auf Taf. 13. unten ist ein ausführlicher Grundriß vom Grundwerk eines Stirn- und eines Mittelpfeilers dieser Brücke, worin auch die Stellung einer Maschine zum Ausschöpfen des Wassers angegeben ist. Diese Maschine ist der bei dem Bau der Brücke bei Neuilli gebrauchten, von welcher bereits Zeichnungen und Beschreibung gegeben worden sind, ähnlich.

Auch sind etwas rückwärts und rechtwinklicht auf die Richtung der Brücke, auf der Seite nach der Stadt zu, Rampenmauern angelegt worden, deren jede 27 Toisen lang ist, auf der andern Seite aber Flügelmauern, jede 5 Toisen 4 Fuß lang, wobei die 4 Sockel an den äußern Enden nicht mitgerechnet sind. Die Stärke dieser Mauern beträgt an der Brücke 10 Fuß, und nimmt bis auf 7 Fuß ab, alles in der Höhe des niedrigsten Wasserstandes gemessen. Alle Mauern haben auf der äußern Seite einen Zoll Böschung auf jeden Fuß Höhe, und sind nur 2 Fuß unter dem kleinen Sommerwasserstande gegründet, die Stirn- und Mittelpfeiler aber 6 Fuß, alles auf Grundpfählen, die so lange eingerammt wurden, bis sie nicht mehr ziehen wollten, auf Grundschwellen und hölzernem Rostbelag.

Die Bogen fangen 3 Fuß unter dem kleinen Sommerwasser an. Der mittelste sollte 36 Fuß, und die beiden andern 32 Fuß 6 Zoll hoch werden, wodurch das Brückenpflaster zu beiden Seiten der Mitte der Brücke beinahe 2 Zoll Gefälle auf die Toise erhalten hätte. Der große Bogen ist aber einen Fuß niedriger, und die beiden andern eben so viel höher gemacht worden, um nur einen Zoll Gefälle auf die Toise zu erhalten.

Die Krümmung der Bogen sollte ein halbes, aus drei 60 Grad haltenden, aus eben so viel Mittelpunkten beschriebenen Bogen bestehendes Oval sein. Auf Taf. 14. ist die Verzeichnung dieser krummen Linien angegeben.

Man hielt für zweckmäßig, eine andre aus 11 Mittelpunkten beschriebene krumme Linie anstatt jener zu nehmen, um dem Wasser einen geräumigern Durchgang zu verschaffen. Diese Linie ist eben so beschaffen, als die zur Brücke bei Neuilli.

Digitized by Google

Die Schlußſteine wurden 6 Fuß hoch gemacht, ob ſie gleich nur, wie die mittlern Wölbſteine, einer Höhe von 5 Fuß bedurft hätten. Letzteres iſt bei den Schlußſteinen der Bogenhäupter der Brücke bei Neuilli geſchehen, die von demſelben Saillancourtſchen Stein, als die bei Mantes, gebaut iſt; dieſe Höhe hat ſich als hinreichend bewährt, da die Bogen, die dort eben ſo weit ſind als der mittelſte der Brücke bei Mantes, noch 5 Fuß mehr gedrückt ſind. Auch gewinnt die Brücke dadurch an Leichtigkeit.

Die Deckſchicht mit Wulſt, Plättchen und Hohlkehle iſt 27 Zoll hoch, und die Geländer 20 Zoll ſtark und 3 Fuß hoch, mit Einſchluß des gewölbten Theils der Deckſteine.

In Ermangelung des Entwurfs dieſer Brücke, der hier deshalb nicht mitgetheilt wird, weil in gegenwärtigem Werke bereits der von der Brücke bei Neuilli mit eben ſolchen Bogen enthalten iſt, hat der Verfaſſer geglaubt, die Hauptabmeſſungen der Brücke bei Mantes hier zum Voraus angeben zu müſſen, und dann erſt die Bauart derſelben ausführlich zu beſchreiben. Auf der ſchon angeführten Taf. 13. iſt ſie im Grund- und Aufriſſe dargeſtellt.

Die Gründung dieſer Brücke, die, wie geſagt, im Jahre 1757 angefangen worden war, wurde im folgenden Jahre fortgeſetzt, und die Brücke bis zur 6ten Schicht Wölbſteine aufgeführt.

Der, während an dieſem Grundwerk gearbeitet wurde, ausgebrochene Krieg verurſachte, daß die Arbeiten bis zum Frieden, der im Jahr 1763 erfolgte, aufgeſchoben werden mußten. Da Herr Hupeau in dieſer Zwiſchenzeit ſtarb, ſo wurde an deſſen Stelle der Verfaſſer zum erſten Ingenieur ernannt, und mit der Vollendung des Baues beauftragt, als die Zeitumſtände die Fortſetzung deſſelben geſtatteten. Der Bau wurde in drei auf einander folgenden Jahren zu Stande gebracht. Es ſollen nunmehr die in jedem Jahre ausgeführten Arbeiten beſchrieben werden.

1763.

Am erſten Junius wurde angefangen, Steine im Saillancourtſchen Bruche zu brechen, um die Häupter der Bogen, die Flügelmauern und die Geländer zu vollenden. Auch ſind einige aus den Cheranecr und Vereuiler Brüchen genommen worden, die gleichfalls ſehr hart waren. Der Bruch zu Saillancourt lag 5, die andern aber nur 3 Lieues von der Brücke. Der größte Theil aller dieſer Steine wurde zu

Digitized by Google

Wasser angefahren. Ein groſses Schiff lud 4600 Cubikfuß, wenn es Wasser genug hatte, um 5 Fuß 6 Zoll tief gehen zu können. Diese Steine wurden, so wie sie auf dem Bauplatze ankamen, behauen, wozu 30 Mann angestellt wurden, indem man sich nach der ersten Lehre richtete, die auf dem Bauplatze auf Mauerwerk, mit einem Gipsestrich überzogen, aufgerissen war. Diese erste Lehre, deren man sich zu den 6 ersten Schichten bedient hatte, die noch bei Lebzeiten des Hrn. Hupeau versetzt, und nach welcher damals auch eine ziemlich groſse Menge Wölbsteine bearbeitet worden waren, brachte in den Lagerflächen der letztern eine nur sehr wenig bemerkbare Abweichung von der Lage hervor, die dieselben eigentlich nach der neuen krummen Linie hätten haben sollen, was beim Versetzen sehr leicht abgeändert werden konnte. Nur die innere Wölbung der 6 ersten Schichten Wölbsteine mußte nach der neuen Linie an Ort und Stelle nachgehauen werden.

Auf Taf. 14. ist die Lage dieser beiden verschiedenen krummen Linien und die Verzeichnung der Lehren zu den Wölbsteinen angegeben. Auch befindet sich daselbst noch ein Durchschnitt des Gesimses und des Geländers, und einer von den Gesimsen und Abdachungen der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler.

Zugleich wurden die nöthigen Vorräthe von Holz zu den Lehrbogen des mittlern und eines Seiten-Bogens, und zu den Gerüsten, und die von Cement, Kalk und Sand angeschafft.

1764.

Im Laufe dieses Jahres sollten die Nothbrücken über den Fluß, und die Lehrbogen abgebunden und aufgestellt, die drei Brückenbogen geschlossen, die Lehrbogen weggenommen, die Nothbrücken abgetragen, und alles Holz vor dem Eintritt des groſsen Wassers auf die Bauplätze geschafft werden.

Der Holzverband der Lehrbogen ist nach den Zeichnungen auf Taf. 15. abgebunden worden, und zwar auf mehrern Lehren zugleich, um mehrere Zimmerleute mit einem Mahle anstellen zu können. Im Ganzen arbeiteten 54 Mann.

Die Krümmung dieser Lehren wurde für den groſsen Bogen 1 Fuß, und für die Seitenbogen 9 Zoll höher, als die Bogen werden sollten, gemacht, da man darauf gerechnet hatte, daß dieselben sich von der Last der Wölbsteine vor Einbringung der Schlußsteine um so viel setzen könnten; zugleich aber zwischen dieser krummen Linie und der Bogenlinie für das Schalholz und die Unterlager 18 Zoll Zwischenraum gelassen. Die Widerlagesäulen waren 16 und 19 Zoll stark, in die Zangen der Roste

Digitized by Google

eingezapft, genau nach den Absätzen der Mittel- und Stirnpfeiler ausgeschnitten, und oberhalb 6 Fuß über dem kleinsten Wasserstande verholmt. Die 4 Reihen Hängebänder, aus denen jede Curve bestand, waren im Allgemeinen 14 und 15 Zoll stark; eben so stark die Hängesäulen. Die nach der Länge der Gewölbe liegenden Zangen, welche die 6 Curven, aus denen jeder Lehrbogen bestand, umfaßten, und sie in ihrer senkrechten Lage erhalten sollten, waren 8 Zoll und 17 Zoll stark, und die Riegelhölzer, die aus gleichen Gründen und in gleicher Richtung eingelegt worden waren, 9 und 10 Zoll stark. Die Sturmbänder, welche das Umwerfen der Curven seitwärts verhüten sollten, waren auch 9 und 10 Zoll stark. Das Schalholz war 7 Zoll und 8 Zoll stark. Von der Länge aller dieser Hölzer ist hier nicht die Rede, da man dieselbe ohne bedeutende Fehler in den Zeichnungen mit dem Zirkel messen kann; eben so wenig wird hier wiederholt werden, was schon in Betreff der Brücke bei Neuilli gesagt worden, und was man gleichfalls auf die Lehrbogen der Brücke bei Mantes anwenden kann.

Es soll hier nur hinzugefügt werden, daß im Allgemeinen die Hängebänder so verbunden werden müssen, daß ihre Mittellinien in einer senkrechten Ebene liegen, damit dieselben, nachdem sie gerichtet worden, in einerlei Ebene im Gleichgewicht seien, ohne welche Vorsicht die Stücken von ungleicher Stärke, welche oft zu den Curven genommen werden müssen, dieselben auf einer Seite mehr belasten würden, als auf der andern, wodurch das Gleichgewicht unterbrochen und die Festigkeit der Curven verringert werden würde.

Wenn die Einschnitte in die Hängesäulen gemacht werden, so müssen auch die Ungleichheiten in der Stärke der Hängebänder, deren Wahnkanten und dünnere Stellen auf den erstern bemerkt werden, damit diese jene genau umfassen, wo sie zusammen verbunden sind, wobei man jedoch 2 Linien Spielraum läßt, damit das Richten leichter von Statten gehe.

Die Gerüste zur Aufstellung der Lehrbogen und zum Herbeischaffen der Steine zu den ersten beiden Bogen auf der Seite der Insel Champion, der Stadt Mantes gegenüber, wurden vor den Bogen 100 Fuß breit, und jenseit der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler noch 12 Fuß breiter gemacht. Sie lagen 6 Fuß über dem kleinsten Wasserstande auf 8 und 9 Zoll starken, 12 bis 15 Fuß langen Pfählen, die ohne Schuhe 6 bis 8 Fuß tief in den Grund drangen. Diese standen in einer mit der Brücke gleich laufenden Richtung 9 Fuß, und in der Richtung des Stromstrichs 12 Fuß

Digitized by Google

weit aus einander. Auf den Pfählen lagen Holme, auf dieſen wieder Straßbäume, und zwiſchen denſelben gegen den Stromſtrich Strebebänder. Dies Gerüſte wurde mit Holz belegt, wozu die alten Spundbohlen von den Fangedämmen genommen und dann, in Verband, mit großen eiſernen Nägeln auf dieſe Holme aufgenagelt wurden. (Man ſehe Taf. 16. Fig. 2. u. 3.)

Nachdem die Curven abgebunden und die Gerüſte aufgeſtellt waren, wurde damit angefangen, das Holz herbeizuſchaffen, und die Curven zu den zwei Bogen aufzuſtellen. Hierbei wurden zu jedem Bogen 8 Zimmerleute gebraucht.

Die Lehrbogen wurden mit Hebezeugen, einem Haſpel, Seilen und Flaſchenzügen für jeden derſelben gerichtet. (Man ſehe Taf. 16. Fig. 4. u. 5. und Taf. 17. Fig. 4.) Dieſe Hebezeuge waren oberhalb mit Tauen an Pfähle gebunden, welche auf jeder Seite außerhalb der Nothbrücke in den Fluß geſchlagen worden waren, wodurch, wenn 2 ſolche Maſchinen mit einander in Verbindung gebracht wurden, das Holz von einer zur andern gehoben und fortgeſchafft werden konnte, und es hat ſich bei der Ausführung gefunden, daß dies weit leichter und mit weniger Beſchwerlichkeit geſchah, als wenn man einfache Hebezeuge und andre große gebräuchliche Maſchinen angewandt hätte.

Der Haſpel bei jedem Krahn wurde von 4 Mann bedient, während ein 5ter das Tau wieder abwickelte. Außerdem waren bei jedem Hebezeuge 4 Zimmerleute angeſtellt, welche die Verbandſtücke an Ort und Stelle brachten und einſetzten.

Die Widerlagsſäulen waren während des Ausſchöpfens des Waſſers eingeſetzt worden, da dieſelben in die äußern Enden der Roſtſchwellen eingezapft waren; und die Holme auf den Widerlagsſäulen mit eiſernen Krampen befeſtigt, die in die Quadern vergoſſen waren. Man hätte dieſe Widerlagsſäulen auch nach Wegnahme der Fangedämme, wie dies mit mehr Leichtigkeit und Sicherheit zu Neuilli geſchehen iſt, ſtumpf auf die erſte, 2 Fuß vorſpringende, 9 Zoll unter dem Anfang des Bogens liegende Schicht ſetzen können.

Zuvörderſt wurden die 4 erſten Reihen Hängebänder auf jeder Seite des untern Theils der Curven eingebracht; die zwei unterſten waren in die Widerlagsſäulen mit Verſatzungen eingezapft, die dritte lag auf dem Holm, und die vierte auf der dritten, die um 2 Zoll eingeſchnitten war.

Um dieſe Verbandſtücke zuſammen zu bringen, wurden zuerſt die zwei unterſten Hängeſäulen und die Hälfte der dritten auf jeder Seite jeder Curve eingebracht und

Digitized by Google

verbolzt, wobei sie durch Streben von beiden Seiten in senkrechter Richtung erhalten wurden, und darauf zwei Hängebänder, nämlich so, daß das erste derselben in die zweite Hängesäule eingriff. Hierauf kam die andre Hälfte der dritten Hängesäule, und dann das zweite Hängeband, welches durch diese Hängesäulen durchging. Darauf wurde die vierte Hängesäule und das zweite Band durch dieselbe eingebracht, dann die andre Hälfte der genannten Hängesäule, und so nach und nach immer fort, von beiden Seiten der Curven bis zur mittelsten Hängesäule, welche den Schluß bildet. Um zur Einbringung dieser letzten Hängesäule Spielraum genug zu behalten, bediente man sich der Vorsicht, die Curven um einige Zoll höher zu halten, was durch die schon erwähnten Stützen und Streben, und durch die Böcke und Gestelle auf den Gerüsten zur Unterstützung der Hängebänder und Säulen, so wie sie eingebracht wurden, leicht möglich war. Man sehe Taf. 16. Fig. 4. 5., welche die Hebezeuge und die Haspel oder kleinen Erdwinden, auch den Fortgang der Arbeit beim Richten einer Curve eines Lehrbogens darstellen.

Die 6 Curven in jedem der 2 Bogen wurden zu gleicher Zeit gerichtet, darauf die Zangen und Riegelhölzer eingebracht, und dann die Streben und Sturmbänder, um erstere in ihrer Lage gegen einander zu erhalten und das Umwerfen derselben zu verhüten. Auf die obersten Hängebänder kamen dann die Knaggen, und endlich Schalholz und Keile, so wie die einzelnen Schichten Gewölbsteine versetzt wurden.

Bevor vom Versetzen der Gewölbsteine die Rede sein wird, möchte es hier am rechten Orte sein, sich zu erinnern, daß die krumme Linie auf der Lehre für den großen Bogen um 1 Fuß und für den kleinen Bogen um 9 Zoll in der Mitte überhöht worden war, da man angenommen hatte, daß sich die Lehrbogen um eben so viel setzen würden. Diese Höhe nahm auf beiden Seiten ab und wurde $=0$ an den Anfängen der Bogen. Dieser Zuschuß an Höhe wurde auch bei jedem einzelnen Gewölbsteine zugegeben, und zwar vermittelst des Verfahrens, welches am Ende der Beschreibung dieser Brücke nebst dem Gebrauche des Quadranten zum Versetzen der Wölbsteine aus einander gesetzt ist.

Nachdem die Lehrbogen standen, wurde am 1sten Julius, in 2 Bogen zugleich, die 7te Schicht Wölbsteine zu versetzen angefangen. Als beide Gewölbe bis zur 16ten Schicht von jeder Seite aufgeführt waren, wurde der mittlere Theil des kleinern Lehrbogens, nach der Insel Champion zu, mit 103 Wölbsteinen beschwert, die zusammen 420000 Pfund wogen. (Man sehe Taf. 18. Fig. 1.).

Digitized by Google

Um die Steine zu heben, wurden große, oben in Taue gelegte Hebezeuge, dergleichen man sich zum Heben der Zimmerstücke bedient hatte, angewandt. Die Seile gingen durch waagerecht liegende Kloben mit einer, zwei und drei Rollen, anstatt durch die gewöhnlichen Hülfen, in denen die Rollen über einander liegen. Jede von diesen Maschinen wurde durch 12 Mann an einem Göpel in Bewegung gesetzt. Mit 2 und auch mit 4 solchen Hebezeugen konnte man die Steine von einem derselben zum andern bringen, sowohl in der Richtung der Seiten als der Diagonalen des Vierecks, in dessen Winkelspitzen die Hebezeuge standen, wenn man an denselben zugleich arbeiten ließ. Alles so, wie es Taf. 18. vorgestellt ist und mit zwei Hebezeugen bei Aufbringung der Zimmerstücke geschehen war.

Als man bis zur 35sten Schicht Gewölbsteine des Seitenbogens gekommen war, und in denselben nur noch 23 Schichten zu versetzen blieben, so bemerkte man, daß die Fugen von der 14ten bis zur 20sten und 22sten Schicht aus einander gingen. Als der gedachte Bogen beinahe geschlossen werden sollte, stand die Fuge an der 14ten Schicht um 4 Linien aus einander, und die Fugen zwischen den darüber liegenden Schichten wurden merklich kleiner und nahmen bis auf Null bei der 23sten Schicht ab. Dies wurde, wie schon in Betreff der Brücke bei Neuilli angeführt worden, durch das Setzen der Lehrbogen unter der Last der obern Wölbsteine bis zur Einbringung der Schlußsteine veranlaßt, zu welcher letztern Zeit dieselben Fugen sich schließen müssen, wie dies in der That ganz oder beinahe sowohl bei der Brücke bei Neuilli, als dieser hier, geschehen ist.

Als nur noch 12 Schichten Wölbsteine im kleinen Bogen zu versetzen blieben, waren erst 10 Schichten auf jeder Seite in den großen eingebracht, so daß noch 81 in dem letztern versetzt werden mußten. Die Ungleichheit der Belastung des Mittelpfeilers zwischen diesen beiden Bogen, die nur daher entstand, weil man nicht zu viel Schub gegen den andern Mittelpfeiler, der von der Seite des 3ten Bogens aus gar nicht gehalten wurde, verursachen wollte, drückte so stark gegen den ersten Mittelpfeiler, daß derselbe in ziemlich gleichlaufender Richtung um 3 Zoll 9 Linien nach dem großen Bogen zu auswich. Dies wurde sehr deutlich am 2ten August bemerkt, als die Oeffnungen der beiden Bogen gemessen wurden, und sich fand, daß der größere Lehrbogen sich um 3 Zoll 10 Linien gehoben, der kleinere sich dagegen verhältnißmäßig gesenkt hatte.

Digitized by Google

Hätte man mehrere Wölbsteine in den Mittelbogen einbringen und denſelben daher in ſeinem höchſten Theile mehr beſchweren wollen, ſo würden daraus noch mehr Unannehmlichkeiten entſtanden ſein, da der große Bogen nothwendiger Weiſe noch ſtärker gegen den zweiten Mittelpfeiler gedrückt haben würde, als der kleine Bogen gegen den erſten, obgleich jeder dieſer Mittelpfeiler 24 Fuß ſtark war. Hieraus geht hervor, wie nothwendig es ſei, die Pfeiler bei ähnlichen Bogen noch ſtärker zu machen, ſobald die Gewölbe nicht zugleich aufgeführt werden ſollen, wobei freilich der Stromſtrich vielleicht zu ſehr eingeſchränkt werden würde, oder lieber, wie bei der Brücke von Neuilli, alle Bogen zugleich aufzuführen.

Dieſe Ungleichheit des Schubs gegen den erſten Mittelpfeiler würde der Brücke ſehr nachtheilig geworden ſein, wenn man nicht die Vorſicht gebraucht hätte, die Oeffnung der Bogen mit langen vor einander geſtoßenen Latten auf den Nothbrücken häufig zu meſſen. Dieſe Aufmerkſamkeit kann nicht genug empfohlen werden, ſo wie die, die Höhe der Lehrbogen und Gewölbe gegen unverrückbare Punkte öfter abzuwiegen.

Um das bemerkte Ausweichen des erſten Mittelpfeilers aufzuhalten, wurden zuvörderſt keine Wölbſteine auf den obern Theil des kleinen Bogens mehr aufgelegt; darauf Maſchinen und Arbeiter nach dem großen Bogen gebracht, und hier ſo ſchleunig als möglich auf beiden Seiten Wölbſteine verſetzt. Deſſen ungeachtet wurde der erſte Mittelpfeiler doch in den erſten 3 Tagen noch um 5 Linien, und in den folgenden 8 Tagen noch um 9 Linien, alſo überhaupt um 4 Zoll 6 Linien weggeſchoben. Vom 12ten Auguſt an bemerkte man keine Veränderung mehr an demſelben, nachdem zwiſchen dem Schub von beiden Seiten das Gleichgewicht wieder hergeſtellt worden war. Man wird hernach ſehen, daß bei fortgeſetzter Aufführung des Mittelbogens derſelbe Pfeiler in entgegengeſetzter Richtung um 2 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linien zurückgewichen iſt; allein da, bei fortgeſetzter Belaſtung des mittlern Lehrbogens, der Druck, wie ſchon vorhin bemerkt, auch auf den zweiten Mittelpfeiler übergegangen ſein würde, ſo wurde damit nicht weiter fortgefahren, und lieber das Ausweichen der untern Enden der innern Curven des Lehrbogens verhindert. Dies geſchah durch doppelte Zangen, die auf der einen Seite die Widerlagsſäulen umfaßten, und in dieſelben mit Verzahnung eingelaſſen, auf der andern aber eben ſo mit den 9 bis 10 Zoll ſtarken Zugbalken verbunden waren. Die einzelnen Stücke dieſer Zugbalken waren mit einander verſchränkt, und alles gut verbunden und verbolzt. Vermittelſt dieſer Zugbalken, welche das Ausweichen und den Schub der Curven der Lehrbogen vollkommen aufhoben, brachte man es dahin,

die

die 19te Schicht Wölbſteine von jeder Seite dieſes Bogens an zu verſetzen, und den Lehrbogen in der Mitte mit 123 Wölbſteinen, die zuſammen 670,000 Pfund wogen, zu beſchweren, ohne daß daraus eine bemerkbare Wirkung auf den zweiten Mittelpfeiler entſtanden wäre. Deshalb iſt anzurathen, dies Mittel in ähnlichen Fällen zu gebrauchen, ſogar blos aus Vorſicht bei großen Bogen, die einer nach dem andern auf geſprengten Lehrbogen gewölbt werden ſollen. Nachdem auf dieſe Weiſe der zweite Mittelpfeiler gegen den Schub des großen Bogens geſichert worden war, wurden die Gewölbſteine im erſten Bogen vollends verſetzt, und das Mauerwerk auf dem Stirnpfeiler, auf der Seite nach der Inſel zu, und auf dem erſten Mittelpfeiler aufgeführt.

Da der Mittelpfeiler faſt gleichlaufend und ohne ſich zu werfen ausgewichen war, ſo ließ ſich erwarten, daß die Grundpfähle in derſelben Richtung zurückgedrückt worden ſeien, um ſo mehr, da das Erdreich gegen die obern Enden derſelben wenig Widerſtand leiſten konnte.

Am 22ſten Auguſt und an den darauf folgenden Tagen wurde der Lehrbogen des kleinen Brückenbogens eingenommen, nachdem die Keile und das Schalholz auf eben die Weiſe weggenommen worden waren, als bei der Brücke bei Neuilli. Die Hängebänder wurden von oben herab, in einer Reihefolge, welche der beim Richten angenommenen gerade entgegengeſetzt war, abgenommen. Das Gerüſte zum kleinen Bogen wurde abgetragen und die Pfähle ausgezogen, damit hier die Schifffahrt, die bis jetzt bei der Stadt vorbeigegangen war, durchgehen konnte. Das Gerüſte wurde in die letzte Brückenöffnung geſchafft, und derſelbe Lehrbogen hier aufgeſtellt, womit man am 1ſten September zu Stande kam.

Hierauf wurde an dieſem Seitenbogen gearbeitet, und als man mit den Gewölbſteinen in demſelben beinahe eben ſo hoch gekommen war, als mit den 19ten Schichten im großen Bogen, ſo wurde an beiden Gewölben zugleich gearbeitet, und dieſelben zugleich am 27ſten September geſchloſſen.

Nachdem man hierauf die Mauer von rauhen Werkſtücken hinter den Stirn- und Mittelpfeilern bis 22 Fuß über den Anfang der Gewölbe aufgeführt hatte, ſo wurden die Wölbſteine zur Verſtärkung, die äußern Anſichten der Hintermauerungen der Bogen, die Abdachungen der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, noch 4 Fuß höher, aufgeführt, und dann die Bogen eben ſo hoch hintermauert.

Während der Beendigung der beiden Bogen auf der Seite von Mantes wirkte der Druck derselben wieder auf den kleinen Bogen auf der entgegengesetzten Seite, und es fand sich aus den Maaßen der Oeffnungen der drei Bogen, welche man oft nahm, daß der erste Mittelpfeiler nach und nach wieder in einer derjenigen entgegengesetzten Richtung, in welcher er durch den Schub des kleinen Bogens auf der Seite der Insel Champion ausgewichen war, zurückgedrückt wurde, und daß nach Einbringung der Schlußsteine am 27sten Sept. dieser Pfeiler sich am Oberhaupt wieder 2 Zoll 1 Linie, am Unterhaupt aber 2 Zoll 4 Linien, im Durchschnitt also 2 Zoll 2½ Linien zurückgegeben hatte, so daß derselbe im Durchschnitt nur noch 2 Zoll 3½ Linien ausgewichen blieb, ohne daß seitdem noch die geringste Veränderung bemerkt worden wäre. Uebrigens hat dieses Ausweichen kein Verwerfen an den Stirnflächen der Pfeiler zur Folge gehabt.

Die 10 Schichten Wölbsteine auf jeder der beiden Seiten des Schlusses, wovon die in den Häuptern je aus einem Stück bestanden, wurden in jedem Bogen auf Keilen und trocken versetzt. Zwischen jede zwei Reihen Wölbsteine waren 4 Fuß lange, 3½ Zoll breite, 2 Zoll oben starke eichene Keile, und zwar auf jeden Stein 2 eingesetzt. Diese Keile befanden sich zwischen mit Seife bestrichenen Latten, in Einschnitten, die in jedem Gewölbsteine nur auf einer Seite gemacht waren. (Man sehe Taf. 17. Fig. 12.) Sie wurden zuerst in dem Bogen auf der Seite nach der Insel Champion zu, vor Wegnahme des Lehrbogens eingetrieben, hernach aber in den beiden andern unmittelbar nach Einbringung der Schlußsteine, und zwar gleichförmig mit Schlägeln von ebenfalls 10 bis 12 Pfund Schwere, wobei mit den vom Schlusse am weitesten entfernten angefangen und so lange geschlagen wurde, bis die Keile bärtig wurden.

Beim Eintreiben dieser Keile in die Fugen der ersten Schichten Gewölbsteine bemerkte man, daß die nach der innern Wölbung zugekehrten Seiten der letzteren sich neigten, und um einige Linien aus der Gewölblinie heraustraten. Um dem abzuhelfen, wurden dieselben ohngefähr auf 6 Zoll Höhe mit Cementmörtel vergossen, nachdem man die Fugen unter den Gewölben mit Werk verstopft hatte. Sobald die Keile der 2 letzten Bogen eingetrieben waren, wurden die Wölbsteine mit eben solchem Mörtel vergossen, nachdem dieselben gut mit platten und harten Steinen ausgezwickt worden waren, wie auch beim ersten Bogen geschehen war, und

Digitized by Google

zwar nachdem die Keile, 512 Stück in jedem Bogen, eingetrieben waren, welche Arbeit am 29sten September beendigt wurde. (Man sehe Taf. 18. Fig. 2.)

Der Lehrbogen des großen Brückenbogens setzte sich vor Einbringung des Schlusses unter der Last der Wölbsteine um einen Fuß, und der des kleineren um ohngefähr 9 Zoll, alles, wie man angenommen hatte, indem diese Lehrbogen um eben so viel höher gemacht worden waren, als die Krümmung, welche die Gewölbe haben sollten.

Mit Einnehmung der Lehrbogen dieser beiden letzten Gewölbe wurde am 10ten October besagten Jahres 1764 angefangen. Dreizehn Tage nach Einbringung der Schlußsteine, während welcher Zeit der große Bogen sich auf dem Lehrbogen um 18 Linien setzte, wurde mit Wegnahme der letztern der Anfang gemacht, und während der 10½ Tage, welche hierzu gebraucht wurden, setzte sich der Bogen noch um 5 Zoll. Funfzehn Monate nachher, wo das Setzen ganz aufgehört hatte, betrug dasselbe bei diesem ersten Bogen überhaupt 8 Zoll 7 Linien, bei dem kleinern von 108 Fuß Weite, auf der Seite nach der Insel Champion zu, 6 Zoll 5 Linien, und 7 Zoll am andern von gleicher Größe; alles vom Tage der Einbringung der Schlußsteine an.

Unter den Bogen wurde, unmittelbar nach Wegnahme der Lehrbogen, nachgeputzt, und verstrichen, und zwar auf fliegenden Gerüsten von Stücken Tannenholz, die etwas länger waren, als die Brücke breit, an jedem Ende an Seilen hingen, und über den Gewölben so hoch angebunden waren, daß sie der Schifffahrt nicht nachtheilig werden konnten.

1765.

Es ist schon vorher bemerkt, daß der Uebergang über die Brücke in diesem 3ten Jahre eröffnet und die neue durch die Stadt laufende sogenannte Königsstraße gepflastert werden sollte. Da die Hintermäuerung der Bogen nicht eher vorgenommen werden konnte, als bis das Setzen der letztern wegen des Schwindens des Mörtels in den Fugen der Wölbsteine aufgehört hatte, so mußte diese Arbeit bis zum 15ten Junius aufgeschoben werden. Zu Anfang der Bauzeit wurden in Vorrath Quadern zu den Ansichten der Hintermauerungen, zum Gesimse und den Geländern angeschafft, auf den Bauplatz gefahren und behauen. Auch versah man sich mit Bruchsteinen und Cement; es wurde eine hinreichende Menge Kalk in den Gruben gelöscht, und Pflaster- und Randsteine, die während des Winters in den Equevilly'schen Brüchen zugerichtet worden waren, angeschafft.

Am besagten 15ten Junius wurde mit der Hintermauerung der Bogen angefangen, wobei zugleich immer, in überall durchlaufenden Schichten, die äußeren Ansichten der Hintermauerungen, die Abdachungen der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler und die Flügelmauern auf jeder Seite der Brücke aufgeführt wurden. Mit Abgleichung der Häupter zur Einrichtung des Gefälles von, wie gesagt, einem Zoll auf die Toise, wurde am 12ten Julius angefangen, und darauf die Gesimse, die Geländer der Brücke und der Flügelmauern, und die Sockel auf den Pilastern versetzt und die Abweiser eingemauert. Auch wurden die Stirnflächen der Brückenhäupter und der Flügelmauern nachgeputzt und verstrichen, wozu man sich der beim Versetzen der Steine gebrauchten Gerüste bediente.

Zugleich wurde an der Auffüllung hinter den Stirnpfeilern und der auf die Brücke führenden Wege, außerdem aber auch noch an einem Damm zur Verbindung der neuen mit der alten Limay'schen Brücke, die noch bis zur Erbauung einer zweiten neuen über den Arm des Flusses auf der Seite von Limay gebraucht werden soll, gearbeitet.

Das Brückenpflaster wurde am 2ten September, aber nur in der Hälfte seiner Breite angefangen, um das Herbeitragen der Steine und die Anschaffung der andern Materialien nicht zu unterbrechen. Das Pflaster der ganzen Brücke und der darauf führenden Wege, mit Ausschluß des Pflasters in der Königsstraße, wurde am 18ten September fertig, und der Uebergang dem Publicum auch sogleich verstattet.

Man hatte das Auflegen der Decksteine des Geländers noch aufgeschoben, da die Gewölbe sich wegen der neuen Last der Hintermauerung, des Pflasters und der Quadern auf den Brückenhäuptern, nochmals setzen mußten. Dies geschah auch, und zwar beim großen Bogen um $5\frac{1}{2}$ Linien, wurde aber dadurch wieder ausgeglichen, daß man mit Vorsicht die Oberkanten der Wölbsteine in den Häuptern dieses Bogens und der übrigen beim Abgleichen um 6 Linien höher als die Pfeiler gehalten hatte, wie auch hernach bei der Brücke bei Neuilli geschehen ist.

Bei der schon so weit vorgerückten Jahreszeit war es dringend nöthig, die alte Brücke noch vor dem Eintritt des großen Wassers einzunehmen. Es wurde damit am 20sten September, 2 Tage nach der Eröffnung des Uebergangs über die neue Brücke, der Anfang gemacht.

Die 4 ersten Bogen, die der Sicherheit des Publicums wegen seit mehreren Jahren durch hölzerne Lehrbogen unterstützt waren, welche man blos verstärkt hatte,

Digitized by Google

wurden mit den Pfeilern, auf welchen sie ruhten, mit Ausschluß des letzten von diesen, eingenommen.

Während dies geschah, wurden unter 4 andere Bogen Lehrbogen angefertigt und eingebracht, und dann die Bogen abgetragen. Eben so wurde in Hinsicht der 5 letzten Bogen von den dreizehn, aus welchen die alte Brücke bestand, verfahren, und neue Lehrbogen zu denselben angefertigt, da alle von ungleicher Weite waren. Wenn das Holz von den eingenommenen Bogen gebraucht werden konnte, so wurde dasselbe wieder genommen. Die Mittel- und Stirnpfeiler waren ohne Pfähle, Roste und Belag in einem aus Kies und thonigem Erdreich bestehenden Boden höchstens 3 Fuß unter dem kleinsten Wasserstande gegründet, so daß, da auch die Bogen nicht hintermauert, sondern mit Erde hinterfüllt waren, das Abtragen sehr leicht, und es möglich war, am 15ten November den Schiffen eine sichere Fahrt von 30 Toisen Breite zu verschaffen. Es war dann nur noch ein Theil der Grundwerke der Mittel- und Stirnpfeiler einzunehmen; allein es konnte hieran vor dem Frühjahr wegen des eintretenden großen Wassers nicht gearbeitet werden.

Die besten aus der alten Brücke gewonnenen Materialien wurden zur Erbauung der Rampen- und Flügelmauern an der neuen Brücke, die aus diesem Grunde aufgeschoben worden war, gebraucht. Diese Mauern wurden am 25sten September angefangen, und am 20sten October zugleich mit den Geländerdeckplatten beendigt.

Hinter den Rampen- und Flügelmauern wurde, so wie das Mauerwerk in die Höhe kam, die Erde aufgeschüttet. Das Erdreich erhielt man aus der Königsstraße, die auf Königliche Kosten quer durch die Stadt geführt und ganz mit Sandstein gepflastert wurde, jedoch unter der Bedingung, daß die Einwohner in der Folge das Pflaster in gutem Stande erhalten sollten.

Nunmehr sollen die Bogenlinien und die beim Bau gebrauchten Maschinen beschrieben werden.

Digitized by Google

Erklärung der Kupfertafeln,

auf welchen die Bogenlinien und die verschiedenen beim Bau der Brücke bei Mantes gebrauchten Maschinen dargestellt sind.

Bogenlinien.

Taf. 14.

Fig. 1. ist die krumme Linie, welche auf der Lehre, für den Bogen von 120 Fuß Weite, aus drei Mittelpunkten nach der Methode des Herrn Hupeau, die jetzt beschrieben werden soll, verzeichnet worden ist. Die Weite BD des Bogens und seine Höhe sind gegeben. Man trage AC aus B in Q; theile hernach QC in drei gleiche Theile; trage einen derselben aus C in J und aus Q in F; ziehe durch F und J eine unbegränzte gerade Linie KL; aus J und F schneide man JK, JR, FL, von willkürlicher nur gleicher Größe ab; aus F beschreibe man mit dem Halbmesser LF einen Kreisbogen auf der Seite nach O zu; hierauf aus L mit KR einen andern Bogen, der den ersten in M schneide. Zieht man nun durch M und F eine unbegränzte gerade Linie VS, so wird der Punkt O, wo diese die Linie AX schneidet, der Mittelpunkt des großen Bogens sein, und F der des kleinen. Macht man hierauf $FE = FB$, so treffen sich die beiden Bogen in E.

Man hätte den Punkt O auch leichter finden können, wenn man blos in H in der Mitte von FJ die Linie HT senkrecht auf FJ errichtet hätte.

Nach dieser Verzeichnung war es leicht, den Inhalt der Bogen und die Länge ihrer Halbmesser zu bestimmen.

Im Dreiecke FCJ (Fig. 1.) kennt man die Seiten FC und JC und den von denselben eingeschlossenen Winkel, folglich die zwei andern Winkel und die dritte Seite JF; und da überdies die Dreiecke RJK und LMF gleich und ähnlich sind, so ist der Winkel bei J dem bei F gleich, daher der Winkel OFJ dem Winkel FJO gleich, folglich das gleichschenklichte Dreieck FJO ganz bekannt.

Aus dieser Rechnung ergab sich:

daß der große Bogen 56 Grad 8 Minuten 44 Sekunden enthalte, und daß sein Halbmesser 96 Fuß lang sei;

daß der kleine Bogen 61 Grad 55 Minuten 38 Sekunden enthalte, und daß sein Halbmesser 28 Fuß lang sei.

Digitized by Google

Da es, wie schon bemerkt, für gut gehalten wurde, diese Krümmung abzuändern, so wollen wir die Art angeben, nach welcher die Linie aus 11 Mittelpunkten beschrieben worden ist.

Als die Arbeiten bei Mantes wieder angefangen wurden, war der große Bogen bis zur Platte auf den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler fertig, und zwar nach der krummen Linie, von der eben die Rede gewesen ist; allein da das Gefälle, welches die Oberfläche der Brücke erhalten sollte, zu stark war, so entschloß man sich, wie schon gesagt, den großen Bogen um einen Fuß niedriger, und die kleinen um eben so viel höher zu machen.

Hierzu wurde aus mehreren Kreisbogen ein Theil eines Ovals oben durch den Endpunkt der neuen Höhe, unten in die fertigen Theilen des schon angefangenen Gewölbes laufend, verzeichnet, und zwar auf folgende Art.

Der Bogen CD von 40 Grad (Fig. 2.), dessen verlängerter Halbmesser beinahe die Deckplatte der Eisspitze schneidet, wurde mit dem gegebenen Halbmesser EC beschrieben. Der übrige Theil DA der krummen Linie sollte aus 5 Kreisbogen, jeder 10 Grad enthaltend, bestehen, deren Mittelpunkte L, K, J, H, F so liegen sollten, daß die Verlängerungen der Halbmesser den unbekannten Theil GF der Verlängerung der kleinen Achse in 4 Theile theilten, die sich unter einander wie 3, 4, 5 und 6 verhielten.

Dies vorausgesetzt, so ist klar, daß $FA = FH + HJ + JK + KL + LE + EC$. Die Gleichung muß auf einen solchen Ausdruck gebracht werden, daß sie nur eine unbekannte Größe enthält.

Es sey $AB = b$, $BE = c$, $EC = e$, $BG = d$ und $GO = 3x$.

Da in den Dreiecken FMH, MNJ u. s. w. die Winkel bekannt, und je eine Seite durch ein vielfaches von x ausgedrückt ist, so können auch immer die Verhältnisse von x zu den übrigen Seiten gefunden werden.

Der übrige Theil der Verzeichnung der krummen Linie ist wie bei der Brücke bei Neuilli.

In Figur 3. ist die krumme Linie aus 3 Mittelpunkten mit der aus 11 Mittelpunkten beschriebenen, um 1 Fuß mehr gedrückten, verglichen.

Digitized by Google

Fig. 4. ist die Zeichnung von einem großen und einem kleinen Bogen, wie solche im Großen aufgetragen worden, so wie die von den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler.

Fig. 5. Ansicht und Durchschnitt des Gesimses und des Geländers.

Fig. 6. Durchschnitt einer Eisspitze mit der Abdachung.

Fig. 7. Stangenzirkel, zur Aufzeichnung der Figuren im Großen, und um die Entfernungen genau von der Lehre der Zimmerleute nehmen und auf die Verbandstücke tragen zu können.

Fig. 8. Durchschnitte der Gewölbe.

A. Durchschnitt der Wölbsteine im obern Theile der Gewölbe, und Verband jeder Schicht.

B. Durchschnitt der Wölbsteine in den untern Theilen der Bogen, so aus Läufern und Bindern bestehn, und Verband jeder Schicht.

C. Rauhe Werkstücken hinter den Wölbsteinen.

Fig. 9. Zeichnung der einzelnen Schichten Wölbsteine, des großen und eines kleinen Bogens, von der innern Wölbung aus, wo der Verband zwischen den Häuptern und den Füllquadern angegeben ist.

Quadrant, welcher zum Versetzen der Wölbsteine aller Schichten in den Bogen gebraucht worden ist.

Taf. 17. Fig. 2. 3.

Dieser Quadrant besteht aus einem hölzernen, 5 bis 6 Zoll breiten und 10 Linien starken Rande, dessen Endpunkte *BE* in die Scheitel der entgegengesetzten Winkel eines vollkommen rechtwinklichten Rahmens *AD* fallen, und dessen über einander geschnittene Schenkel $2\frac{1}{2}$ Fuß lang, 4 Zoll breit, und ohngefähr 1 Zoll stark sein können.

Im Winkel *A* des Rahmens, der hohlen Seite des Randes gegenüber, befindet sich ein kleines Viereck von Holz, eben so stark als der Rand. Dies Viereck ist dazu da, daß der darauf angegebene Mittelpunkt mit dem Rande in einerlei Ebene liege. Dieser Mittelpunkt wird mit einer starken Nadel, welche fest in einen Schraubstock gespannt ist, durchgestochen, damit ein Faden durchgezogen werden könne, an dessen Ende ein Bleiloth hängt, und dessen Gebrauch hernach angegeben werden wird.

Aus

Aus dieſem Mittelpunkt wurden mit einem Stangenzirkel auf dem Rande die drei Kreisbogen *BE*, *HJ*, *GF* beſchrieben. In den Raum zwiſchen den beiden erſteren, die 2 bis 3 Linien von einander entfernt waren, wurden die Winkel getragen, unter welchen die einzelnen Schichten Wölbſteine zu liegen kommen ſollten. Auf den dritten Bogen *GF* ſowohl als auf die ganze übrige Breite des Randes, bis zum mittlern Bogen *HJ*, wurden die Grade der Bogen getragen, aus denen die krumme Linie beſteht.

Da die krumme Linie *ABCDEFG*, die Hälfte des großen Bogens, (Fig. 1.) aus 6 Kreisbogen beſteht, wovon der erſte 40 Grad und die 5 andern jeder 10 Grad enthalten, ſo wurde zuerſt der Theil des Randes zwiſchen den beiden Bogen *GF HJ*, welche durch die einander rechtwinklicht ſchneidenden Linien *MC* und *CL* begrenzt werden, in eben ſo viel Theile getheilt, wovon der eine 40 Grad, die übrigen 5 aber jeder 10 Grad enthielten, ſo wie dies Fig. 2. vorgeſtellt iſt.

Nachdem dies geſchehen, müſſen auf den Quadranten Theilungslinien für jeden Wölbſtein gezogen werden. Man muß bedenken, daß, da die krumme Linie, für welche man dieſen Quadranten theilen will, und welche hier die Hälfte des großen Bogens iſt, aus mehreren Kreisbogen, deren jeder einen andern Halbmeſſer hat, beſteht, dieſe Bogen für eine gleiche Anzahl Grade um ſo größer ſind, je größer die Halbmeſſer ſind, und umgekehrt, und daß alſo, da die in die innere Wölbung fallenden Seiten der Wölbſteine faſt gleich groß ſind, in die größern Bogen eine größere Menge Wölbſteine fallen müſſen, als in die kleinern. In der That ſieht man, daß die Bogen *BC*, *CD*, *DE*, *EF*, *FG* (Fig. 1.), deren jeder 10 Grade enthält, und die, wie ihre Halbmeſſer zunehmen, alle eine andere Anzahl Wölbſteine nach Verhältniß ihrer Größe enthalten.

Um die Theilungslinien für die Wölbſteine auf den Rand zu ziehen, muß man, wenn man mit dem größten Bogen *FG* (Fig. 1), in dem ſich der Schlußſtein befindet, anfangen will, zuvörderſt durch eine Proportion finden, wie groß auf dem Quadranten der Raum ſein wird, der zur innern Seite des Schlußſteins gehört, und zwar ſo: Wie ſich verhalten 126 Fuß 2 Zoll 10 Linien, als der Halbmeſſer des Bogens *FG*, zu 2 Fuß 6 Zoll, als zum Halbmeſſer des Quadranten; ſo verhält ſich 1 Fuß 5 Zoll 4 Linien, als die Breite der innern Seite des Schlußſteins zu *x*, welches man 4 Linien 1 Skrupel groß finden wird, als ſo viel dieſes Stück der innern Wölbung auf dem Quadranten einnehmen muß. Die Hälfte dieſer gefundenen

Breite trägt man auf den Rand, auf beide Seiten der Linie AM, die mit der Höhe der Bogen, die stets mitten durch den Schlußstein gehen muß, zusammentrifft, und hat dann die erste Theilungslinie.

Hierauf geht man zum andern Endpunkt desselben Bogens. Wenn dieser Bogen durch die in denselben fallende Anzahl Wölbsteine nicht gemessen wird, wie der Bogen FG, welcher sich in F in der innern Seite des Wölbsteins mn endigt, wo also mn zu 2 Bogen von verschiedenen Halbmessern gehört; so muß man, wie zuvor, suchen, welchen Raum der zum Bogen FG gehörige Theil Fn, den man mit dem Zirkel mißt, auf dem Quadranten einnimmt, nämlich: Wie 126 Fuß 2 Zoll 10 Linien als Halbmesser des Bogens FG zu Fn, so 2 Fuß 6 Zoll als Halbmesser des Viertelskreises zu x, oder zu dem Raume, den der Theil Fn auf dem Viertelskreise einnimmt, und den man auf dem Rande von der Theilungslinie durch 80 in den Bogen von hier nach 90 zu einträgt. Was von diesem letztern Bogen dann noch übrig bleibt, theilt man in so viel gleiche Theile, als im Bogen Fg, zwischen dem Schlußsteine und dem am untern Ende mit dem Theil Fn hineinfallenden Steine, Wölbsteine liegen.

Um den zweiten Bogen vom 80sten bis zum 70sten Grade (Fig. 2.) zu theilen, sucht man zuerst die Länge, die der übrige Theil mF, von mn, welcher zum Bogen EF (Fig. 1.) gehört, auf dem Quadranten einnimmt, und zwar, indem man den Halbmesser dieses Bogens in Rechnung bringt, durch folgende Proportion: Wie 80 Fuß 11 Zoll 7 Linien sich zu 2 Fuß 6 Zoll verhalten, so verhält sich $mF = 3$ Zoll (was sich findet, wenn man Fn vom mn abzieht) zu x. Den gefundenen Werth von x trägt man auf den Rand aus 80, und theilt darauf den übrig bleibenden Theil desselben in so viel gleiche Theile, als Wölbsteine in EF fallen, da des letztern Endpunkt E genau in die Fuge zweier Steine fällt. Auf gleiche Weise werden die übrigen Bogen getheilt, wobei aber zum ersten Gliede der Proportion, durch welche man die reducirten Werthe der Theile der innern Wölbung an den Enden der Bogen bestimmt, der Halbmesser je desjenigen genommen wird, wozu sie gehören, und worauf dann der übrige Theil jedes Bogens in so viel gleiche Theile getheilt wird, als sein zugehöriger Theil der Curve Wölbsteine enthält.

Fallen in einen Bogen Wölbsteine, deren innere Seiten ungleich breit sind, wie fast alle die im Bogen AB; so müssen, um die reducirten Werthe dieser Seiten zu finden, eben so viel Proportionen angesetzt werden, als Wölbsteine vorhanden sind,

und die daraus gefundenen Werthe sodann in derselben Ordnung, in welcher die Wölbsteine auf einander folgen, aufgetragen werden.

Verzeichnung der krummen Linien aus 11 Mittelpunkten im Großen.

Um die krumme Linie für einen Bogen im Großen aufzuzeichnen, zieht man zuerst durch den Anfang des Gewölbes die Linie AN (Fig. 1.) und in N auf diese rechtwinklicht die Höhe des Bogens NG.

Nachdem diese beiden Linien gezogen worden, werden die Punkte gesucht, in welchen sich die einzelnen Bogen, aus denen die krumme Linie besteht, treffen. Wenn man z. B. den Punkt F, welcher den beiden Bogen FG und EF zugehört, bestimmen will, und den Abstand desselben von der senkrechten Linie durch den Scheitel des Bogens Fb = 21 Fuß 11 Zoll 8 Linie 8 Skrupel, und den von der Linie durch den Anfang des Bogens MF = 33 Fuß 3 Zoll 11 Linien 9 Skrupel kennt, so trägt man zuerst mit einem Stangenzirkel auf die letztere die Linie Fb aus N in M; hierauf mit einem zweiten Stangenzirkel (es ist jederzeit gut zwei solche zu haben, um dasselbe Maaß nicht zweimahl nehmen zu müssen) MF auf die senkrechte Linie aus N in b. Aus M beschreibt man mit MF, in der Gegend, in welche F fallen muß, einen Bogen, und schneidet denselben aus b mit dem ersten Stangenzirkel, in welchem man die Weite MN hat. Auf gleiche Weise verfährt man bei Bestimmung der Endpunkte der übrigen Bogen.

Um nach Bestimmung dieser ersten Punkte die krumme Linie zu beschreiben, ziehe man durch die Endpunkte jedes Bogens entweder mit einer straffgezogenen, mit Kreide oder Kohle bestrichenen Schnur, oder mit einem gut abgerichteten Lineal die Sehnen FG, FE u. s. w. Sodann wird in der Mitte jeder solchen Sehne auf dieselbe ein Perpendikel errichtet, auf deren jeden man die Höhe des zugehörigen Bogens trägt, wie qr für den Bogen FG, nachdem diese Höhe durch Rechnung gefunden worden, wo dann der Endpunkt dieses Perpendikels q ein Punkt in der krummen Linie ist. (Man sehe den Schluß der Beschreibung der Verzeichnung der krummen Linien bei der Brücke bei Neuilli.)

Der Bogen FG ist in q in zwei gleiche Theile getheilt. Um die Höhen dieser beiden Hälften zu erhalten, zieht man durch q und die Endpunkte F und G die Sehnen Fq und qG, und errichtet in der Mitte derselben gleichfalls die Perpendikel St und ux, jeden $= \frac{1}{4} qr$, wodurch die zwei folgenden Punkte S und u in der krummen Linie, da FG sowohl als jeder der andern Bogen, aus denen die krumme

Linie beſteht, mit Ausſchluß deſſen, welcher von der Linie durch den Anfang des Gewölbes angeht, nur 10 Grad enthält, genau genug beſtimmt werden.

Um noch mehrere Punkte zwiſchen den ſo ſchon gefundenen und den Endpunkten F und G zu erhalten, durch welche alle zuſammen der Bogen FG in 4 gleiche Theile getheilt wird, zieht man wie vorher Sehnen durch die Endpunkte aller dieſer Bogen, errichtet in der Mitte jeder derſelben Perpendikel, und macht jeden ſolchen ſo lang als der vierte Theil eines von denen in den vorigen Bogen, wo dann die dadurch beſtimmten Endpunkte derſelben wieder neue Punkte in der krummen Linie geben, und ſo fort, bis man Punkte genug hat, um den Bogen FG beſchreiben zu können. Eben ſo verfährt man mit den andern Bogen, ausgenommen mit AB, der, da ſein Mittelpunkt auf der Linie durch den Anfang des Gewölbes liegt, mit dem Stangenzirkel beſchrieben werden kann.

Es ſoll nunmehr angegeben werden, wie auf der Lehre die Lagerfugen der Wölbſteine zu verzeichnen ſind, um deren Schnitt zu beſtimmen. Da die Mittelpunkte der Bogen, aus denen die krumme Linie beſteht, und nach welchen die gedachten Lagerfugen alle zulaufen müſſen, in zu großer Entfernung lagen, ſo ſcheint es, als gäbe es hierzu kein leichteres und zugleich einfacheres Mittel, als in jedem Theilungspunkte der innern Wölbung Linien ſenkrecht auf die krumme Linie zu ziehen, oder auch nur in den den Endpunkten jedes Bogens zunächſt liegenden Theilungspunkten Perpendikel zu errichten, und den Raum zwiſchen dieſen in der Höhe der äußern Wölbung in eben ſo viel gleiche Theile zu theilen, als den zugehörigen Bogen der innern Wölbung, wobei immer der Zirkel in einer dieſer gleichlaufenden krummen Linie fortbewegt werden muß. Dieſe letztere krumme Linie, welche nur oberflächlich angegeben zu werden braucht, kann durch einzelne kleine Kreisbogen aus den Theilungspunkten der innern Wölbung, mit den der Höhe der Gewölbſteine gleichen Halbmeſſern beſchrieben werden.

Digitized by Google

Anfertigung der Tabellen zur Bestimmung der Lage jeder einzelnen Schicht Wölbsteine in den Häuptern.

Unabhängig vom Gebrauche der Quadranten, durch welche nur die Neigung der Lagerflächen der Wölbsteine bestimmt werden soll, ist es noch nöthig, den Abstand der letztern von der reinen Mauer der Stirn- oder Mittelpfeiler und von der Linie durch den Anfang der Gewölbe zu bestimmen, um die wahre Lage derselben zu erhalten.

Zu diesem Ende müssen für jeden einzelnen Bogen, sobald dieselben ungleiche Maaße und Krümmungen haben, Tabellen angefertigt werden, um die Höhen der obern Kanten der innern Seiten der Wölbsteine genau zu bestimmen, wobei auf jede dieser Höhen so viel zugegeben werden muß, als darauf nach Verhältniß von dem auf das ganze Gewölbe für das Setzen gerechneten Zuschuß kommt. Dieser Zuschuß muß auf jeden Wölbstein besonders, nach Maaßgabe der Stelle, welche derselbe im Gewölbe einnehmen soll, verhältnißmäßig vertheilt werden. Der waagerechte Abstand derselben Punkte von der reinen Mauer der Stirn- und Mittelpfeiler muß in einer andern Spalte angegeben werden.

Zur Anfertigung dieser Tabellen wird auf der Lehre, wenn die Maaße klein sind, mit einem gewöhnlichen Zirkel, und wenn dieselben groß sind, mit einem Stangenzirkel, vom ersten Wölbsteine an, die wahre Höhe der Oberkante der nach der innern Wölbung zugekehrten Seite jedes solchen über der waagerechten Linie durch den Anfang der Gewölbe ohne Rücksicht auf das Setzen der letztern, und die Entfernung derselben Kante von der reinen Mauer der Stirn- oder Mittelpfeiler, in waagerechter Richtung abgenommen.

Die wahre Höhe *gg ss* (Fig. 1.) der Oberkante der innern Seite der sechsten Schicht hat sich z. B. auf der Lehre 11 Fuß 9 Zoll 5 Linien 10 Skrupel groß gefunden und deshalb ist dies Maaß in die Spalte, welche die Höhe enthält, Nr. 6 gegenüber eingetragen worden. Da sich der Abstand *dd ss* derselben von der reinen Mauer des Mittelpfeilers 2 Fuß 7 Zoll 3 Linien groß gefunden hat, so ist dies Maaß gleichfalls in die Spalte, in welcher diese Abstände in waagerechter Richtung stehen, derselben Nummer gegenüber eingetragen worden.

Nachdem die Lage aller Oberkanten der innern Seiten der Wölbsteine auf diese Weise für den ersten Bogen *AB* bestimmt worden, mißt man nur den Abstand jeder dieser Kanten für den Bogen *BC*, von den Verlängerungen *BP* und *BQ* der Linien *HB* und *OB*.

Digitized by Google

Um z. B. in der Tabelle für den großen Bogen die Lage der 13ten Schicht anzugeben, ist die Entfernung *bb hh* der Kante *hh* von der Verlängerung *BQ* der Linie *OB* 2 Fuß 8 Zoll 1 Linie 8 Skrupel groß gemessen und zu der Höhe *HB* von 17 Fuß 11 Zoll 11 Linien 9 Skrupel gerechnet, beider Summe aber von 20 Fuß 8 Zoll 1 Linie 5 Skrupel als die wahre Höhe von *hh* in die zweite Spalte der Nummer 13 gegenüber eingetragen; darauf aber der Abstand derselben Kante *aa, hh,* von der Verlängerung *BP* gemessen und 2 Fuß 6 Zoll 7 Linien 2 Skrupel gefunden, dann zu der Länge von $OB = 6$ Fuß 6 Zoll 7 Linien 4 Skrupel gerechnet, und beider Summe in die 4te Spalte, ebenfalls Nummer 13 gegenüber, eingetragen worden.

Um darnach die Spalte, welche die wahre um so viel vermehrte Höhe enthält, als das während des Einbringens der Wölbsteine Statt findende Setzen beträgt, auszufüllen, muß dieser auf das Setzen gerechnete Zuschuß in gleichen Verhältnissen auf die Höhen der einzelnen Schichten vertheilt werden. Dies kann vermittelst einer einfachen arithmetischen*) Proportion geschehen. Z. B. bei dem großen Bogen beträgt die Höhe bis unter den Schlußstein 35 Fuß, für das Setzen ist 1 Fuß angenommen, und die wahre Höhe der 20sten Schicht ist 26 Fuß 4 Zoll 11 Linien 3 Skrupel. Zur Berechnung der Höhe, um welche sich diese Schicht setzen muß, dient folgende Proportion: Wie sich 35 Fuß verhalten zu 1 Fuß, so verhalten sich 26 Fuß 4 Zoll 11 Linien 3 Skrupel zu $x =$ = Fuß 9 Zoll = Linien 8 Skrupel, welche, zu 26 Fuß 4 Zoll 11 Linien 3 Skrupel gerechnet, 27 Fuß 1 Zoll 11 Linien 11 Skrupel oder 27 Fuß 2 Zoll geben, so in die dritte Spalte der der fraglichen Schicht zugehörigen Nummer gegenüber eingetragen sind.

---

*) geometrischen, wie sich auch aus dem für x gefundenen Werthe ergiebt.

A. d. Ueb.

Digitized by Google

Tabelle,

in welcher die Lage der Gewölbsteine in den Häuptern des großen Bogens der Brücke bei Mantes für jede Schicht angegeben ist.

Zahl der Gewölbsteine	Wahre Höhen der Oberkanten der innern Seiten d. Wölbsteine.			Wahre Höhen der Oberkanten der innern Seiten d. Wölbsteine, mit Zurechnung dessen, um was sie sich setzen sollen			Abstände der nebenbemerkten Kanten, von der reinen Mauer der Stirn- und Mittelpfeiler		
	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.
1	3			3	1			1	9
2	5			5	1	9		4	10
3	6	9	7	6	11	11		9	9
4	8	7	7	8	10	7	1	4	3
5	10	3		10	6	5	1	11	6
6	11	9	6	12	1	6	2	7	3
7	13	2	10	13	7	4	3	3	11
8	14	7	5	10		5	4	1	5
9	15	11	9	16	5	3	4	11	11
10	17	3	4	17	9	3	5	11	5
11	18	5	4	18	11	8	6	11	1
12	19	6	10	20	1	6	7	11	5
13	20	8	1	21	3	3	9	1	3
14	21	7	11	22	3	5	10	2	8
15	22	7	7	23	3	4	11	4	6
16	23	5	11	24	2		12	6	9
17	24	3	2	24	11	5	13	8	8
18	25		1	25	8	7	14	10	9
19	25	8	7	26	5	5	16	1	5
20	26	4	11	27	2		17	4	
21	27		8	27	9	11	18	8	2
22	27	7	11	28	5	5	19	11	8
23	28	1	10	29		6	21	3	4
24	28	9	5	29	7	4	22	7	4
25	29	3	6	30	1	7	23	11	4

Zahl der Gewölbsteine	Wahre Höhen der Oberkanten der innern Seiten d Wölbsteine			Wahre Höhen der Oberkanten der innern Seiten d Wölbsteine, mit Zurechnung dessen, um was sie sich setzen sollen			Abstände der nebenbemerkten Kanten, von der reinen Mauer der Stirn- und Mittelpfeiler		
	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.
26	29	9	3	30	7	6	25	3	8
27	30	2	9	31	1	1	26	8	2
28	30	7	11	31	6	5	28		9
29	31		8	31	11	4	29	5	5
30	31	5	4	32	4	1	30	1	3
31	31	9	7	32	8	6	32	2	9
32	32	1	6	33		6	33	7	5
33	32	5	4	33	4	5	35		5
34	32	8	10	33	8		36	5	4
35	33		4	33	11	8	37	10	1
36	33	3	6	34	2	11	39	2	9
37	33	6	3	34	5	9	40	8	1
38	33	8	9	34	8	4	42	1	
39	33	11	3	34	10	10	43	6	4
40	34	1	2	35		11	44	11	3
41	34	3	3	35	3		46	4	4
42	34	5		35	4	10	47	9	7
43	34	6	6	35	6	5	49	2	9
44	34	8		35	7	11	50	8	3
45	34	9	1	35	9		52	1	1
46	34	10	3	35	10	2	53	6	7
47	34	11		35	11		54	11	7
48	34	11	7	35	11	7	56	4	9
49	34	11	10	35	11	10	57	10	
50	35			36			59	3	4

Fortsetzung der Erklärung der 17ten Kupfertafel.

Fig. 4. stellt ein Hebezeug und die dazu gehörigen Haspel, Seilwerke und Rollen vor, so wie solche zum Richten der Lehrbogen gebraucht worden sind.

Diese Hebezeuge (Fig. 4.) bestanden aus Stücken Tannenholz von 35 bis 36 Fuß Länge und 10 bis 11 Zoll Durchmesser, und standen auf 5 Fuß langen Schwellen, die quer über die Bohlen der Nothbrücke gelegt waren. Jedes Hebezeug wurde durch 4 Taue in seiner Lage erhalten. Am obern Ende jedes solchen Hebezeugs waren 3 oder 4 Knaggen, *A*, festgenagelt, welche die Taue aufhalten und das Abgleiten der-

Digitized by Google

ſelben verhindern ſollten. Durch den Hals ging die Strippe eines Klobens *CD*, der hier angehangen werden ſollte.

Unter Strippe eines Klobens wird hier das Seilwerk, welches denſelben umgiebt, verſtanden (*CDHGF* Fig. 11). Dies Seilwerk, deſſen beide Enden in *H* auf eine ſolche Weiſe mit einander verbunden ſind, daß ſie nur einen und eben denſelben Körper auszumachen ſcheinen, iſt zum Theil in eine Rinne in der Mitte jeder Seitenfläche eingelaſſen, und hernach in *F* feſt zuſammengeſchnürt, wodurch eine Art von Ring *A* gebildet wird, womit der Kloben oben an das Hebezeug gehangen wird.

Ein Seil, deſſen eines Ende an der Strippe einer beweglichen Rolle *E* feſtgemacht war, lief zunächſt über die untere Rolle *D* des Klobens, von hier nach der beweglichen Rolle, um dieſelbe herum, dann um die obere Rolle bei *C*, und von da abwärts um eine andere Rolle bei *F*, welche am untern Ende des Hebezeugs durch eine Knagge befeſtigt war, und von hier um die Welle des Haſpels bei *G*, wodurch die ganze Maſchine in Bewegung geſetzt wurde.

Fig. 5. iſt ein zuſammengeſetztes oder großes Hebezeug *ACF*, deſſen Spindel ohngefähr 53 Fuß Höhe und 13 bis 14 Zoll im mittlern Durchmeſſer hatte, und auf einer 7 bis 8 Zoll ſtarken, 18 Fuß langen Schwelle in der Mitte derſelben *B* mit einem Zapfen ſtand. Von den Enden *C* und *F* dieſer Schwelle gingen 2 Bänder nach dem obern Ende der Spindel, die unten in die Schwelle, und oben in *D* und *E* in die Spindel mit Verſatzungen eingezapft waren. Dieſe drei Stücke wurden durch 5 doppelte Zangen *JM*, *NQ*, *PO* u. ſ. w., welche auf die ganze Länge vertheilt waren, zuſammengehalten. Dieſe Zangen waren 3 Zoll ſtark und 18 bis 20 Zoll breit.

Zwiſchen der Schwelle *CF* und der Zange *JM* waren 4 kleine Säulen *ab*, *cd*, *ef* und *gh*, von eben der Stärke als die Zangen, angebracht. Dieſe Säulen ſollten die 2 Wellen *Z* und *K* tragen, mit welchen die Taue angezogen oder nachgelaſſen werden ſollten, um das Hebezeug in der Lage zu erhalten, die nach den Umſtänden paſſend war.

Zu mehrerer Feſtigkeit waren noch 2 kleine Strebebänder *JL* und *Mn*, 1 Fuß von den Säulen entfernt, angebracht.

Gegen das obere Ende der Spindel *AB* waren 3 oder 4 Knaggen angenagelt, um eine Art von Hals wie bei den andern Hebezeugen zu bilden, dadurch das Tauwerk zu halten und das Abgleiten deſſelben zu verhindern. Um dieſen Hals lagen

die

Digitized by Google

die Strippen von 2 mittleren Kloben, mit Hülsen von 18 bis 20 Zoll Länge und 9 bis 10 Zoll Breite, welche auf der hintern Seite des Hebezeuges nach dem Flusse zu hingen. Zwei Seile oder Taue, die so befestigt waren, daß sie noch um 2 Fuß nachgeben konnten, gingen über die Rollen dieser Kloben, und von da über die Wellen *Z*, *K* am untern Theile des Hebezeuges, um dies anlegen zu können.

Fig. 6. zeigt zwei verschiedene Arten, wie Seile um Steine geschlagen und die letzteren auf die Lehrbogen gehoben werden; die mit dem *S* förmigen Haken ist vorzuziehen, wenn man weiß, daß das Eisen gut ist.

Fig. 7. enthält Grund- und Aufriß des Wagens, mit welchem die Quadern vom Bauplatze auf die Baustelle gebracht wurden.

Fig. 8. ist die Achse des Vordergestelles des Wagens.

Fig. 9. Lagerbaum des Wagens.

Fig. 10. Grund- und Aufriß des Göpels, womit die Steine beim Versetzen auf die Lehrbogen gehoben worden.

Fig. 11. Kloben zu den Hebezeugen, womit die Lehrbogen gerichtet worden sind.

Fig. 12. Falze in einem Wölbsteine, worein die Keile gesetzt wurden, die in die obern Theile der Gewölbe eingetrieben worden sind.

Hölzerne Lehrbogen.

Taf. 15.

Fig. 1. Aufriß einer Curve eines Lehrbogens.

A Grundpfahl, einen Fuß im Durchmesser stark.

B Hölzerner Belag von 1 Fuß Stärke, die der Rostschwellen mit eingerechnet.

C Widerlagssäulen von 18 und 20 Zoll stark.

D Holme auf den Widerlagssäulen, 1 Fuß ins Gevierte stark.

E Doppelte Hängesäule, 14 und 30 Zoll stark.

F Erste Reihe Hängebänder; *G* zweite Reihe; *H* dritte Reihe, und *J* vierte Reihe, sämmtlich 14 und 15 Zoll ins Gevierte.

K Doppelte Zange, 8 und 32 Zoll stark.

L Knaggen oder aufgefütterte Hölzer von der Stärke der Curven.

M Riegelhölzer, 9 und 10 Zoll stark.

Fig. 2. Grundriß der 6 Curven, aus denen ein Lehrbogen besteht. Hier soll angegeben werden, wo die Enden der 24 Sturmbänder *AB*, *CD*, *EF*, *GH*, *JK*, *LM* u. s. w. angebracht, und wie dieselben gearbeitet werden.

Die Enden *A*, *C* der ersten Stücke, wie *AB*, *CD*, die auf den Holm *TU* der Widerlagssäulen *a*, *b*, *c* stehen, setzen sich in den Winkel, den dieser Holm mit dem Mauerwerk bildet. Die 3te Reihe Hängebänder steht auch auf diesem Holm. Die andern Enden *B*, *D* waren unter der ersten Zange *NO* in die Winkel eingelassen, die die doppelten Hängesäulen bildeten. Die zweiten und dritten Hängebänder wurden von diesen Säulen umfaßt.

Um diese Sturmbänder an den Enden zuzuschneiden, wurde eine Schnur von der Spitze je eines Winkels, in welchen dieselben eingesetzt werden sollten, bis zu der des andern ausgespannt, und dann mit einer Schmiege die Winkel mit der Richtung der Schnur gemessen, diese aber auf die Enden der Sturmbänder getragen, und letztere darnach geschnitten.

In Fig. 7. sieht man, wie die Enden des Sturmbandes *CD* geschnitten sind, nämlich in *h* das Ende *C* und in *i* das Ende *D*; in Fig. 8., wie die Enden des Sturmbandes *GH* geschnitten sind, nämlich in *q* das Ende *G* und in *l* das Ende *H*; und in Fig. 9., wie die Enden des Sturmbandes *LM* geschnitten sind, nämlich in *m* das Ende *L* und in *n* das Ende *M*. Die Lage dieser Figuren ist ohngefähr dieselbe, als die der gleichen Stücke im Lehrbogen, ausgenommen bei Fig. 8., die das Sturmband *GH* umgekehrt darstellt, welches darum für nöthig gehalten worden ist, weil so der Schnitt besser sichtbar wurde, als wenn dasselbe in seiner wahren Lage gezeichnet worden wäre.

Die Enden *E*, *G* der zweiten Sturmbänder *EF*, *GH* in Fig. 2. und *OP* in Fig. 1. setzten sich mit dem Ausschnitt *q* in Fig. 8. auf die Hängebänder *CC* in Fig. 1., und gegen die doppelten Hängesäulen *AA*, *BB*, während ihre andern Enden *F*, *H* in Fig. 2. unter der zweiten Zange in den Winkel gingen, der von der Oberfläche der zwei Hängebänder unmittelbar unter derselben und der der doppelten Hängesäulen *EE*, *F*, *F* in Fig. 1. gebildet wurde. Das Blatt *K* in Fig. 8. diente dazu, um das Sturmband auf dem Hängebande zu halten, indem dasselbe gegen die Hängesäule *AA*, *BB* in Fig. 1. schief stand, und daher ohne diese Vorsicht leicht nach außen hätte ausweichen können.

Digitized by Google

Was die dritten Sturmbänder *JK*, *LM* in Fig. 2. und *QR* in Fig. 1. betrifft, so ſetzten ſich deren Enden *JL* in Fig. 2. auf das Riegelholz *M* in Fig. 1. und gegen die doppelten Hängeſäulen *EE*, *FF*, und wurden durch eine Klaue *t* Fig. 9. gleichfalls auszuweichen verhindert. Die beiden andern Enden *K*, *M* Fig. 2. waren unter der mittelſten Zange eingeſetzt, und zwar eben ſo, wie die Enden *BD* und *EF*.

Der Verfaſſer hielt es für nothwendig, über die Verbindung der Sturmbänder ſo ausführlich zu werden, da dieſe Verbandſtücke bei der Zuſammenſetzung hölzerner Lehrbogen, zur Verſtrebung von der höchſten Wichtigkeit ſind, indem bei Nichtanwendung oder auch nicht hinreichend feſter Verbindung derſelben, an mehreren Orten Bogen ſich während des Baues verſchoben haben und ſogar eingeſtürzt ſind.

Fig. 3. ſtellt den Durchſchnitt der 6 Curven eines Lehrbogens durch die Mitte des Bogens vor. *A* Grundpfähle; *CC* Roſtbelag; *BB* Widerlagsſäulen; *DD* Hängeſäulen; *EE* Holm der Widerlagsſäulen; *GGG* Sturmbänder; *HH* Zangen; *JJ* Riegelhölzer.

Fig. 4. ſtellt die Verbindung der Hängebänder mit den Hängeſäulen vor; *A* doppelte ſchon eingebrachte Hängeſäule.

B. Halbe bereits eingebrachte Hängeſäule, gegen welche noch eine andere eben ſolche kommen ſoll.

C. Halbe fertig gearbeitete Hängeſäule, die in *D* eingebracht werden ſoll, und gegen welche noch eine andre eben ſolche kommt.

Fig. 5. Zangen, um alle Curven unter einander zu erhalten und zu verbinden.

Fig. 6. Riegelholz unter den Zangen, um das Verſchieben der Curven zu verhindern.

Fig. 7. 8. 9. Erſtes, zweites und drittes Sturmband (ſiehe Erläuterung der Fig. 2.)

Fig. 10. Verbindung der Hängebänder mit den Widerlagsſäulen und dem Holm. *A* Grundpfähle; *BB* Roſt; *CC* erſter Abſatz des Mauerwerks; *DD* zweiter Abſatz; *EEE* Widerlagsſäulen; *FG* Enden der 2 erſten Hängebänder, ſo mit Verſatzung in die Widerlagsſäulen gezapft ſind; *H* Ende des 3ten Hängebandes, welches auf dem Holm *JJ* der Widerlagsſäulen ſteht; *K* Zapfen am obern Ende der Widerlagsſäule, welcher in das Zapfenloch im Holm greift. *LLLL* Verſatzungen und Zapfenlöcher in den Widerlagsſäulen, in welche die verſetzten Zapfen der erſten Hängebänder kommen.

Aufbringen und Versetzen der Steine.

Taf. 18.

Fig. 1. zeigt, wie die Quadern sowohl zum Versetzen der Wölbsteine, als zur Belastung der Lehrbogen in die Höhe gebracht werden.

A vier große Hebezeuge, welche 7 Fuß von den Häuptern der Bogen abstehen, und mit den Tauen *BB* an die Pfähle *DD* angebunden sind. Jedes Hebezeug war mit 4 starken Kloben versehen, die am Halse *o* befestigt waren. Die Strippen oder Kränze von zweien dieser Kloben *r* und *s* oder *t* und *u*, deren Hülsen 32 Zoll lang, 16 Zoll breit und 8 Zoll dick waren, und deren Rollen 12 Zoll im Durchmesser und $2\frac{1}{4}$ Zoll Stärke hatten, gingen um den Hals.

Um besser als Flaschenzüge gebraucht werden zu können, war der eine von diesen 2 Kloben tiefer als der andere, und beide auf der Seite angebracht, auf welcher die Steine gehoben werden sollten.

Der dritte Kloben *q* sowohl als auch die Rolle, an welche die Last gehangen werden sollte, und die deshalb beweglich sein mußte, hatten die eben angegebenen Abmessungen; eben so der vierte *hh*, welcher an eine Knagge *i*, am untern Ende eines Strebebandes jedes Hebezeugs, befestigt war, und dazu diente, das Seil nach dem Göpel *Z* zu leiten.

Das Seilwerk, womit die Steine in die Höhe gewunden werden sollten, war mit dem einen Ende an die Strippe des Klobens der beweglichen Rolle *q* befestigt, ging von hier über die untere Rolle *s*, welche am obern Ende des Hebezeuges befestigt war, von hier wieder nach der beweglichen Rolle, unter derselben durch, nach der obern Rolle *r*, von hier unter der Rolle *hh* durch und um die Welle des Göpels *Z*.

Zu jedem Hebezeug gehörte ein Göpel. Die Welle *A* (Taf. 17. Fig. 10.) war 10 Fuß lang, mit Einschluß der Zapfen *a* und *b* von 6 Zoll Länge und 3 Zoll Durchmesser, und deren verstärkten Theilen von 10 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Länge. Diese Welle war von *f* bis *g*, in 5 Fuß Länge und 13 Zoll im Durchmesser stark, rund, von *g* bis *i* aber achteckig bearbeitet. Auf die 8 Seiten waren 8 Knaggen aufgefüttert und so zugerichtet, daß sie zusammen eine Verstärkung *B* von $2\frac{1}{2}$ Fuß Länge und 2 Fuß Durchmesser bildeten, die in der Mitte um ohngefähr 2 Zoll ausgebaucht war. Um diese Knaggen lagen 4 eiserne Bänder oder Ringe von $2\frac{1}{4}$ Zoll Breite und 4 bis

Digitized by Google

5 Linien Stärke, welche mit ſtarken Nägeln an die Verſtärkung genagelt waren. In der Mitte der letztern waren in dieſelbe 12 Zapfenlöcher jedes von drei Zoll im Quadrat gearbeitet, um zwölf 7 Fuß lange und 3 Zoll ſtarke Arme hineinſtecken zu können. Dieſe Arme waren unter einander mit kleinen dünnen Brettern, wie *ef*, *gh*, *lm* u. ſ. w., verbunden, welche noch außerdem dazu dienten, die Arbeiter zu zwingen, an den äußerſten Enden der Hebel zu bleiben, und ſo die größtmögliche Wirkung hervorzubringen.

Jeder Göpel ſtand auf einem Lager *dd* (Taf. 18. Fig. 1.) auf der Nothbrücke, welches gerade ſo hoch war, daß die Arme 3½ Fuß über der letztern lagen, da in dieſer Höhe ein Menſch von mittlerer Größe am vortheilhafteſten wirken kann.

Die zwei oberſten Stücke dieſes Lagers, welche mit einander verbunden waren, bildeten einen doppelten Steg, in deſſen Mitte ein Loch für den Zapfen und ein kreisförmiger Ausſchnitt für den verſtärkten Theil deſſelben angebracht war.

Dieſer doppelte Steg wurde durch 2 Bolzen mit Splitten zuſammengehalten, und das ganze Lager war auf die Straßbäume der Nothbrücke ebenfalls durch Bolzen mit Splitten befeſtigt.

Der obere Zapfen und deſſen verſtärkter Theil ſtaken gleichfalls in zwei mit einander verbundenen Balken *CC*, die an die Enden der Hängeſäulen der Lehrbogen, in ſchiefen Einſchnitten in den letztern, befeſtigt waren.

Zu jedem Bogen gehörten 4 Göpel, wovon je zwei und zwei unter einerlei Balken *CC* ſtanden, einer ſtromaufwärts, der andere ſtromabwärts.

Wenn ein Stein am Fuße des Hebezeuges *AB* auf dem Wagen *gg* angekommen war, ſo wurde ein Seil um denſelben gelegt, und ſolcher dann durch 12 Mann am Göpel in die Höhe gehoben. Unterdeſſen brachten 2 Mann, welche auf dem Lehrbogen ſtanden, den Kloben *q* der beweglichen Rolle von andern Hebezeuge *CC* nach dem Steine zu. Sobald der Stein über die Höhe des Lehrbogens gehoben war, wurde dieſer Kloben an den andern angehakt, an welchem der Stein hing, und darauf der zweite Göpel in Bewegung geſetzt und zugleich das Tau des erſtern langſam nachgelaſſen, um den Stein an die Stelle zu bringen, wo er verſetzt werden ſollte. Während hierauf 3 oder 4 Mann denſelben mittelſt eines Haſpels auf den Pfeiler in *X* zurückzogen, ließ man zugleich die beiden Göpel nach, und der Stein legte ſich ſo beinahe am Orte ſeiner Beſtimmung auf das Schalholz.

Digitized by Google

G sind Wölbsteine auf der Mitte des Lehrbogens zur Belastung desselben.

EKNKE sind Zugbalken, um den Schub des großen Lehrbogens gegen den zweiten Mittelpfeiler, dem von der andern Seite nichts entgegen wirkte, aufzuheben.

Diese Zugbalken bestanden aus den längsten Stücken Holz, welche hatten angeschafft werden können, waren 10 und 11 Zoll ins Gevierte stark, und an den mit *N* bezeichneten Stellen mit einander verzahnt. Jeder Stoß wurde durch 2 verzahnte Zangen verstärkt, die mit 2 Schraubenbolzen verbunden waren.

Die Zugbalken waren mit den untern Enden der Curven durch doppelte Zangen, welche mit jedem Ende der Zugbalken verzahnt waren, so verbunden, daß die Zangen die Hängebänder und Widerlagssäulen genau faßten. Durch die doppelten Zangen und die erwähnten Verbandstücke gingen Schraubenbolzen, und zwar je einer derselben, durch das Ende des Zugbalkens, und der andre durch das zweite Hängeband.

Damit sich diese Zugbalken nicht durch ihr eignes Gewicht senken konnten, wurden sie durch die mit 1, 2, 3, 4 und 5 bezeichneten Unterzüge getragen, welche an die Pfähle der Nothbrücke genagelt und durch Knaggen unterstützt wurden.

Nöthige Vorsicht beim Versetzen jeder Schicht Wölbsteine auf gesprengten Lehrbogen, und Gebrauch des Quadranten.

Fortsetzung der Erklärung der 18ten Kupfertafel.

Bevor das Versetzen der Werkstücke angefangen wird, müssen Linien waagerecht und gleichlaufend mit der reinen Mauer der Stirn- und Mittelpfeiler gezogen werden, gegen welche die Lage der Wölbsteine in den Häuptern für jede Schicht richtig bestimmt werden kann.

Die Linien *AB* und *CD* sollen rechtwinklicht auf die reine Mauer der Pfeiler des großen Bogens, 12 Fuß höher als die Linie durch den Anfang des Gewölbes gezogen sein, um die Lage jedes Gewölbsteins in den Häuptern zu erhalten. Z. B. für die mit *EF* bezeichneten Steine, welche die neunten Schichten von unten auf jeder Seite bilden, findet man gegen Nr. 9 über, in der dritten Spalte der vorstehenden Tabelle, die wahre Höhe der Oberkante der innern in die Wölbung fallenden Seiten dieser Steine, mit Zurechnung des auf das Setzen gerechneten Zuschusses 16 Fuß 5 Zoll 3 Linien. Hiervon 12 Fuß, als den Abstand der Linien *AB* und *CD* von der durch

Digitized by Google

den Anfang der Gewölbe abgezogen, bleiben 4 Fuß 5 Zoll 3 Linien, welche in *F* getragen worden. Durch dieſen Punkt wurde mit einem gut abgerichteten Richtſcheit, und einer darauf geſetzten kleinen Waſſerwaage mit Libellen die waagerechte Linie *EF* gezogen, in welche die Oberkante des fraglichen Wölbſteins fallen muß. Fiel dieſe Oberkante höher oder tiefer, ſo wurde der Wölbſtein erhöht oder geſenkt. Hierauf wurde in der 4ten Spalte, gegen Nr. 9 über, der Abſtand derſelben Kante von der reinen Mauer der Pfeiler aufgeſucht, und mit einem richtig eingetheilten Richtſcheit aus *F* in *E* getragen; und wenn die Kante nicht genau in dieſer Entfernung lag, ſo wurde ſie durch Verſtärkung oder Schwächung der Keile dahin geſchoben.

Um hierauf die Neigung deſſelben Wölbſteins zu beſtimmen, wurde der erwähnte Quadrant auf deſſen äußere Lagerſeite geſetzt. Dann wurde zugeſehen, ob das Bleiloth an demſelben genau in die neunte Theilungslinie fiel, und war dies nicht der Fall, ſo wurden die Keile in der äußern Wölblinie herausgezogen oder eingetrieben, bis dies geſchah. Sobald nun alle drei zuſammengehörige Bedingungen erfüllt waren, befand ſich jeder Wölbſtein in ſeiner richtigen Lage. Wenn man mit dem Verſetzen höher hinauf, etwa bis zum Wölbſtein *GH* gekommen war, deſſen Kante *H* zu weit von der reinen Mauer des Pfeilers fiel, als daß die Entfernung der gedachten Kante von der fraglichen reinen Mauer auf einmahl hätte gemeſſen werden können, ſo wurden andre waage- und ſenkrechte Linien, wie *JB*, *GK* und *JK*, gezogen, um dieſen Wölbſteinen näher zu kommen, und es wurde bei Verſetzung derſelben, mit Hülfe der erwähnten Tabelle, auf vorgedachte Art verfahren.

Auf der ſenkrechten Linie *GK* wurde die Lage ſo vieler Oberkanten von Gewölbſteinen, als in ein Stück von 10 bis 12 Fuß von dieſer Linie fielen, beſtimmt, wie in *MN* auf der andern Seite geſchehen, wo man die Lage der Kanten der Wölbſteine *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, von dieſer Linie aus, genau angegeben findet.

Dies geſchah, indem zuvörderſt von der Höhe jeder dieſer Oberkanten, wie ſolche in der dritten Spalte der Tabelle angegeben worden, die angeführten 12 Fuß von der Linie durch den Anfang des Gewölbes bis zur erſten waagerechten Linie *CD*, außerdem noch der ſenkrechte Abſtand *CO* abgezogen, und dann der Reſt nach einander aus *N* in *h*; *i*, *k* u. ſ. w. bis in *M*, immer ſo wie ein Wölbſtein verſetzt war und der andere eingebracht werden ſollte, demnächſt aber auch von deren Abſtand von der reinen

Digitized by Google

Mauer der Pfeiler die Summe des Abstandes der senkrechten Linie OC von dieser reinen Mauer und der Länge der waagerechten Linie NO abgezogen, und der Ueberschuß jeder der fraglichen einzelnen Entfernungen auf die waagerechten Linien hg, if, ke, ld, durch die Endpunkte der zugehörigen Höhen h, i, k, l u. s. w. getragen wurde.

Wenn man hiermit bis zum Punkt M gekommen war, so wurde eine neue Linie MP eine gewisse Anzahl Fuße lang gezogen, in deren Endpunkt P mit einem Bleiloth die senkrechte Linie PQ errichtet, und vermittelst derselben die Lage der Kanten aller Wölbsteine von R bis P, und so fort bis zum Schlußsteine bestimmt.

So genau hierbei auch verfahren wurde, so veränderten sich doch diese Linien um ein Weniges, da sich die Lehrbogen, wie man erwartete, nach der innern Seite der Bogen zu zusammensetzten. Allein um dem abzuhelfen, wurden die vorgedachten Verrichtungen mit der Wasserwaage S von Zeit zu Zeit wiederholt, und auf die festen und unveränderlichen Punkte AB und CD auf den Stirn- und Mittelpfeilern zurückgebracht. Auch blieb die Wasserwaage bei Bestimmung der Lage derselben Schicht in beiden Häuptern auf einem Punkte stehen.

Um z. B. die wahre Lage der innern Oberkanten von 4 Wölbsteinen in den Häuptern von gleichnamigen Schichten zu bestimmen, wurde das Instrument auf die äußere Seite des Gewölbes gesetzt, darauf mit einem senkrecht gehaltenen Richtscheit, dessen eines Ende im Punkte T, der obern Kante eines der fraglichen Wölbsteine in den Häuptern stand, und einem daran verschiebbaren Toisen-Stabe der Abstand dieser Kante von der Visirlinie gemessen, und auf dem Richtscheite ein Zeichen in V gemacht. War dies am Oberhaupt geschehen, so wurde das Richtscheit auf die Kante derselben Schicht im Unterhaupt gebracht, worauf der Unterschied gemessen, die höchste Kante um die Hälfte dieses Unterschieds gesenkt und die tiefer liegende um eben so viel gehoben wurde, um die Schicht in eine waagerechte Lage zu bringen.

Hierauf ging man zum andern Pfeiler über, wo mit der gleichnamigen Schicht eben so verfahren wurde. Nachdem jede dieser beiden gleichnamigen Schichten besonders in die Waage gebracht worden war, so mußten dieselben noch auf beiden Seiten in einerlei Höhe und in dieselbe Ebene gebracht werden. Dies geschah, indem die mittleren berichtigten Höhen jeder der beiden Schichten verglichen und die Hälfte des

Unter-

Unterschiedes dieser Höhen bei der kleinern zugesetzt, von der größern aber abgenommen wurde.

Waren diese Unterschiede der Höhen der Kanten zu beträchtlich, so wurde die Verbesserung des Fehlers auf mehrere folgende Schichten vertheilt, um zu starke Absätze (Hervorragungen eines Steins über die innere Fläche eines anliegenden) zu vermeiden; dies wird jedoch nicht der Fall sein, wenn man die Vorsicht gebraucht, die gedachten Abwiegungen täglich zu wiederholen, da die Veränderungen, welche in einem so kurzen Zeitraume Statt finden können, wenig bemerkbar sein werden.

Um die Arbeiter nicht zu stören, und dies Geschäft ruhiger betreiben zu können, so wurden dazu die Mittagsstunden genommen.

St. Edmunds-Brücke zu Nogent an der Seine.

Diese Brücke besteht aus einem 90 Fuß weiten, 27 Fuß vom Anfang bis zum Schlusse hohen, länglich runden, aus 11 Mittelpunkten beschriebenen und 30 Fuß von einem Haupt zum andern langen Bogen. Jeder Stirnpfeiler ist 18 Fuß stark, mit Flügel- und Futtermauern dahinter versehen. Die Wölbsteine sind im Schluß in den Häuptern 5 Fuß, dazwischen 4 Fuß hoch; das ganze Mauerwerk besteht aus hartem Sandstein und ist auf Rostpfählen, Schwellen und Belag 4 Fuß 2 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande gegründet. Taf. 51. befindet sich ein geometrischer Aufriß dieser Brücke, zum Schlusse der Abhandlung über die Aufstellung und Wegnahme der Lehrbogen der Brücken gehörig, welcher aus zwei verschiedenen Theilen besteht, wovon der eine die Hälfte des Gewölbes auf dem Lehrbogen, der zweite die andre Hälfte nach Wegnahme des letzteren, ingleichen die Oeffnungen der Fugen, welche sich sowohl zwischen den Wölbsteinen, als in der Hintermauerung während des Baues gezeigt haben, darstellt. Einen solchen Aufriß hielt man für nützlicher, als eine Zeichnung, die den Bogen nach seiner Vollendung dargestellt hätte.

Die Seine theilt sich vor Nogent in zwei Arme. Ueber den auf der Stadtseit ist oberhalb der Mühlen früher ein Bogen von 84 Fuß Oeffnung erbaut worden. Da die alte aus 4 Bogen bestehende Brücke über den andern Arm unterwaschen und sehr schlecht war, so mußte anstatt derselben im Jahre 1766 eine neue erbaut werden; und diese erhielt nur einen Bogen.

Nachdem stromaufwärts eine hölzerne Nothbrücke an der Stelle eines Theils der alten Brücke für das Publikum erbaut, auch ein Fangedamm vor dem Stirnpfeiler nach der Vorstadt zu geschlagen, und die nöthigen Anstalten zum Ausschöpfen des Wassers aus dem innern Raum des letztern, vermittelst gewöhnlicher Scheibenkünste, gemacht worden waren, so wurde mit dem Grundwerk im October 1766 angefangen, dieses noch in demselben Jahre über den kleinsten Wasserstand gebracht und der Bogen am 4ten October 1768 geschlossen, nachdem früher der Lehrbogen aufgerichtet worden war.

Da man wegen der schon so weit vorgerückten Jahreszeit fürchten mußte, daß das Wasser wachsen, und beim Einnehmen der Lehrbogen nachtheilig werden würde,

Digitized by Google

so wurde diese Arbeit sogleich vorgenommen, und am 10ten desselben Monats beendigt. Ueber die Einzelnheiten der hierbei vorgefallenen Arbeiten sehe man die Abhandlung über die Aufstellung und Wegnahme der Lehrbogen bei Brücken, am Ende des gegenwärtigen Werks, woselbst das Mittel angegeben ist, dessen man sich bedient hat, um die Stelle im Gewölbe zu finden, wo der obere Theil, dessen Gewicht die untern zu bewegen strebt, aufhört, und diejenigen anfangen, die dieser Wirkung von unten und den Seiten widerstehen. Hier sollen nur einige Bemerkungen über die Bauart der Brücke folgen, welche in jener Abhandlung nicht enthalten sind.

Bei Erbauung der Fangedämme vor den Stirnpfeilern fanden sich Steine aus alten Grundmauern, und andre, welche in den Fluß gefallen waren, die das Einrammen der Pfähle erschwerten, und es es unmöglich machten, die innern Räume der Fangedämme eben so tief auszubaggern, als an den Stellen, wo sich nicht dieselben Hindernisse gefunden hatten. Das Abtragen und Wegschaffen dieses alten Mauerwerks und dieser losen Steine würde viele Kosten und Aufenthalt verursacht haben. Außerdem war zu vermuthen, daß die Zwischenräume zwischen den losen Steinen mit Sand und einem erdigen Saß, wodurch kein Wasser würde durchseihen können, ausgefüllt sein würden, was sich auch beim Wasserschöpfen durch die Leichtigkeit, mit welcher man die von den Fangedämmen umschlossenen Räume während der Gründung der Pfeiler trocken halten konnte, als richtig bestätigt hat.

Man begnügte sich daher damit, die Pfähle so lange einzurammen, bis dieselben auf jede von mehreren Hitzen von 25 auf einander folgenden Schlägen mit einer Kunstramme und einem 2000 Pfund schweren Bär nur noch 2 bis 4 Linien zogen; bei der großen Oberfläche der Stirnpfeiler, auf welche die Last des Gewölbes sich vertheilt, schien dies hinreichend zu seyn, da bei einem weniger schweren Rammbär die Pfähle noch weniger gezogen haben würden.

Obgleich die Lagerfugen der Wölbsteine 3 bis 4 Linien stark gemacht worden waren, so mußte doch der Mörtel an mehreren Stellen der Stirnflächen, und insbesondere in den Winkeln der Häupter, mit dem sägeförmigen Messer ausgekratzt werden, damit die Steine, wenn der Mörtel zusammengepreßt wurde, sich nicht berühren konnten. Ohne diese Vorsicht hätten die zwar sehr harten Steine zerbrechen und die Ecken derselben abspringen können. Diese Vorsicht ist vorzüglich bei großen Bogen nöthig, wie schon in Betreff der Brücke bei Neuilli gesagt worden ist.

Digitized by Google

Anſtatt in der Mitte jeder Hängeſäule in den Curven der Lehrbogen, gegen welche die Enden der Hängebänder ſich ſetzen ſollten, etwas Holz ſtehen zu laſſen, wie dies im Entwurfe vorgeſchrieben war, und auch bei Erbauung der Brücken bei Neuilli und Mantes geſchehen iſt, berührten ſich die Hirn-Enden dieſer Hängebänder unmittelbar in den Einſchnitten der Hängeſäulen. Dies iſt ein Fehler, welchen man zu vermeiden rathet, da, wenn die Laſt der Wölbſteine die Lehrbogen zuſammendrückt, die Längenfaſern der Hängeſäulen dem ungleichen Druck der Hängebänder leichter nachgeben, als Hirnholz, gegen welches Hirnholz drückt.

Auch hatte man nur 9 Zoll Zwiſchenraum über dem Lehrbogen für das Schalholz und die Keile gelaſſen, anſtatt 14 bis 15 Zoll, wie hätte geſchehen müſſen. Wegen dieſes Mangels an Raum mußten die Hängebänder in den untern Theilen der Curven durchgeſägt, und ein Theil des Schalholzes, nachdem die Keile zerbrochen waren, durchgehauen werden, um die Wegnahme der Lehrbogen zu erleichtern. Der Verfaſſer ſieht ſich genöthigt, dieſe Fehler zu rügen, und die Mittel anzugeben, welche angewandt wurden, um denſelben abzuhelfen.

Da das Mauerwerk zur Hintermauerung des Bogens, womit man vor Einnehmung der Lehrbogen zu ſehr geeilt hatte, auf jeden Fall die Fugen, die ſich auf der äußern Wölbung und in den Lagerflächen geöffnet hatten, verhindert hätte ſich zu ſchließen, wie dies nach Wegnahme der Lehrbogen durch die Laſt und den Schub der obern Wölbſteine jedes Mahl geſchieht; ſo machte man auf jeder Seite einen Einſchnitt in dies Mauerwerk bis auf die Oberkante der 15ten Schicht Wölbſteine. Dieſe Einſchnitte haben bewirkt, was man davon erwarten konnte, und die Fugen haben ſich kurz nach Wegnahme der Lehrbogen wirklich geſchloſſen. Deshalb iſt anzurathen, die Gewölbe nicht vor Wegnahme der Lehrbogen zu hintermauern, ſowohl um die eben erwähnten nachtheiligen Folgen zu verhüten, als auch um die Lehrbogen nicht ſo ſehr zu belaſten. Die Materialien zu den obern Theilen des Gewölbes können eben ſo bequem auf leichten Gerüſten, als auf dieſem letztern Mauerwerk zur Stelle geſchafft werden.

Dieſe Brücke wurde im Jahre 1769 beendigt; und als ſie ſo weit gebracht war, daß das Publicum darüber gehen konnte, ſo beſchäftigte man ſich mit dem Abtragen der alten Brücke und der hölzernen Nothbrücke, ſo wie mit der Aufführung der Futter- und Ufermauern an den Stirnpfeilern.

Digitized by Google

Brücke zu Pont-Sainte-Mairence.

Die Brücke zu Pont-Sainte-Mairence über die Oise auf der Straße von Paris nach Flandern bestand aus 8 kleinen Bogen. Da diese Brücke sehr alt und schlecht war, so wurde bestimmt, daß sie mit 3 Bogen, jeder von 72 Fuß Oeffnung und 39 Fuß Länge von einem Haupt zum andern, mit Einschluß eines Fußweges von 4½ Fuß Breite auf jeder Seite neu erbaut werden sollte. Die Stirnpfeiler werden im viereckigen Theile 18 Fuß stark, und erhalten Strebepfeiler auf der hintern Seite, eben so lang als jene stark, und 6 Fuß breit. Die beiden Zwischenräume zwischen diesen Strebepfeilern werden halbkreisförmig ausgerundet, und setzen ihre erhabenen Seiten den hintern Seiten der Stirnpfeiler entgegen, um den darauf wirkenden Schub auf die ersteren zu vertheilen.

An die Stirnpfeiler kommen Flügelmauern, mit Einschluß der Pilaster, von 25 Fuß 8 Zoll Länge und von 12 Fuß Stärke, und dann noch Rampenmauern jede 26 Toisen lang, auch vor einen solchen Stirnpfeiler eine Futtermauer zu einem Leinpfad, der unter dem einen Bogen durchgehen soll.

Die Mittelpfeiler werden in der reinen Mauer vom niedrigsten Wasserstande an 9 Fuß stark; unter diesem springt jede Schicht 18 Zoll vor der darüber liegenden vor. Das Ganze steht auf Grundpfählen, Rostschwellen und hölzernem Belag.

Die Pfeiler werden mit Einschluß des Gesimses 18 Fuß hoch, als so hoch der größte Wasserstand steigt. Sie bestehen aus kreisrunden, 9 Fuß im Durchmesser haltenden gekuppelten Säulen an jedem Ende. Die erste und letzte von diesen Säulen fallen mit den halben Stärken außerhalb der reinen Mauer der Brückenhäupter, und dienen so zugleich als Vorder- und Hintertheile der Pfeiler. Zwischen diesen gekuppelten Säulen bleibt ein Raum von 9 Fuß Breite, nach der Länge der Pfeiler gemessen. Der untere Theil jedes solchen Raums wird durch einen umgekehrten Bogen geschlossen, um die ganze Last der Gewölbe auf die ganze Oberfläche der vollen Mauer der Pfeiler zu vertheilen, der obere Theil aber durch Kappen, welche durch den Bogen gehen. Alles dies ist bei den Stirnpfeilern ebenfalls vorgestellt, in deren jedem eine Vertiefung angebracht ist.

Digitized by Google

Die Gewölbe werden nach Kreisbogen von 111 Fuß Halbmesser erbaut, und 4½ Fuß im Schlusse stark. Zu beiden Seiten der Brücke kommen zusammen 4 Obelisken auf die Pilaster an den Enden der Flügelmauern zu stehen. Die Brücke selbst kommt in eine durch die Stadt Pont-Sainte-Maixence gebrochene Straße zu liegen, die auf jeder Seite auf eine Länge von überhaupt einer Lieue gerade fortläuft. Auf Taf. 19. befindet sich ein Grundriß, eine Ansicht und ein Durchschnitt von dieser Brücke.

Man war der Meinung, daß Brücken auf verschiedene Arten gebaut werden können, und daß die Formen der alten Brücken nicht zu ängstlich beibehalten werden dürfen. Die für die fragliche Brücke angenommene Form gewährt den wesentlichen Vortheil, daß dadurch Ersparung an Materialien, Leichtigkeit und Festigkeit zugleich erreicht werden, und dem Wasser ein größerer Durchfluß verschafft wird. Man sieht leicht ein, daß bei Wegschaffung des beträchtlichen Gewichts der Hintermauerung gewöhnlicher Bogen die Mittelpfeiler nicht so stark zu werden brauchen, um die auf dieselben fallende Last zu tragen, und daß gewöhnliche halbkreisförmige oder elliptische Bogen die Durchflußöffnung um so mehr verengen, je höher das Wasser steigt. Dieser letztere Umstand ist wesentlich nachtheilig bei einer Brücke, da das Wasser beim Wachsen nothwendig mehr Geschwindigkeit erhält, woraus Unterwaschungen entstehen können.

Hiergegen könnte man einwenden, daß es wegen des Schubs gefährlich sein möchte, die Stärke der Mittelpfeiler zu verringern, und die Gewölbe nach Kreisbogen aufzuführen. Diese Fragen, deren Beantwortung sehr wichtig ist, sind in einer in gegenwärtigem Werk enthaltenen Abhandlung, über die Stärke der Mittelpfeiler von Brücken und über die Wölbung nach Kreisbogen, beantwortet. Der Verfasser bezieht sich hier, um Wiederholungen zu vermeiden, auf diese Abhandlung.

Die Brücke zu Pont-Sainte-Maixence ist, mit Einschluß des Durchschnitts durch die Anhöhe auf einer Seite derselben, und der Herstellung der Wege auf beiden Seiten der Stadt, dem ꝛc. Peter Pedemay für 1,526000 Livres verdungen worden. Der ꝛc. Leonhard le Grand ist am 3ten August 1779 in seine Stelle getreten, und Stephan Pecheux in die des Letztern am 14ten Nov. 1780.

Im Jahre 1773 wurden die zur Gründung der Brücke erforderlichen Materialien angeschafft und angefahren.

Im Jahre 1774 wurde der Stirn- und der Mittelpfeiler auf der Seite nach der Vorstadt zu, nachdem ein Fangedamm um beide angelegt worden war,

Digitized by Google

bis zum höchsten Wasserstande aufgeführt. Zugleich wurde die Futtermauer des Leinpfades gegründet, der deßhalb unter den ersten Bogen zu liegen kommen soll, weil der Anfang des Gewölbes höher zu liegen kommt, als wenn das letztere halbkreisförmig oder länglich rund angelegt werden sollte. Dies ist ein Vortheil mehr, der mit der Wölbung nach Kreisbogen verbunden ist, und allein schon hinreichend zu sein scheint, so zu wölben, wenn eine Brücke über einen schiffbaren Fluß angelegt werden soll.

Im Jahre 1775 wurde der andre Stirn- und der andre Mittelpfeiler der Brücke gegründet, nachdem um dieselben ebenfalls ein Fangedamm angelegt worden war, und das Mauerwerk derselben bis über den gewöhnlichen niedrigen Wasserstand aufgeführt; außerdem aber noch ein Theil der Flügelmauern an den Stirnpfeilern.

Die Fangedämme, die Nothbrücken, die Maschinen und das Holzwerk wurden noch in demselben Jahre eingenommen, da diese Gegenstände ohne diese Vorsicht beim Eintritt des hohen Wasserstandes hätten weggerissen werden können.

Zum Ausschöpfen des Wassers im Innern der Fangedämme wurde dieselbe Maschine gebraucht, als bei der Brücke bei Neuilli, deren Beschreibung gehörigen Orts zu finden ist.

Bei einigen Abänderungen an dieser Maschine wurde das zur Bewegung derselben und der Mühle an der alten Brücke vorhandene Wasser benutzt, um Grundpfähle mit 1200 und 1800 Pfund schweren Bären einzurammen und große Steine zur neuen Brücke zu heben, wodurch die Ausgaben für Menschen und Pferde, die gewöhnlich zu diesen Arbeiten und zum Wasserschöpfen gebraucht werden, erspart wurden, was um so mehr in Betracht kommt, als man gewöhnlich nicht genug Arbeiter zusammenbringen kann, zumahl in der Erndtezeit, wo das Wasser am kleinsten ist und die Grundwerke zu den Brücken gelegt werden müssen.

Die Arbeiten wurden vom Ende des Jahres 1775 an bis zum Jahre 1780 unterbrochen. Zu Anfang des Octobers 1784 wurden die Gewölbe geschlossen. Mit Einnehmung der Lehrbogen wurde am 22sten Mai 1785 angefangen, und diese Arbeit am 8. Junius desselben Jahres in Gegenwart des Intendanten der Brücken und Chausseen Herrn de la Milliere, der General-Inspectoren und mehrerer Baubeamten, die von Paris gekommen waren, beendigt.

Die Curven der Lehrbogen bestanden aus vier Reihen Hängebändern, und standen von Mitte zu Mitte 6 Fuß von einander. Man hat gefunden, daß diese Cur-

Digitized by Google

ven zu ſtark waren, und daß drei Reihen Hängebänder, wie auf Taf. 19. vorgeſtellt worden, hinreichend geweſen wären, wobei jedes Hängeband 12 Zoll breit und 15 Zoll ſtark hätte werden müſſen, und jedes der 2 Stücke jeder doppelten Hängeſäule eben ſo ſtark.

Die Höhe der Bogen ſollte nur 6 Fuß betragen; allein da angenommen war, daß ſich die letztern um einen Fuß ſetzen würden, ſo wurde die Lehre 7 Fuß hoch gezeichnet, wobei der Halbmeſſer 96 Fuß, und der zu dem Bogen gehörige Winkel am Mittelpunkte ſehr nahe 44 Grad groß war.

Jeder Bogen beſteht aus 57 Wölbſteinen, die 58 Fugen bilden, welche zuſammen 2 Fuß 4 Zoll 6 Linien, alſo im Durchſchnitt $5\frac{1}{2}\frac{5}{8}$ Lin. weit waren. Die krumme Linie war hierbei 73 Fuß 9 Zoll $6\frac{1}{2}$ Linien lang, folglich nur 1 Fuß 9 Zoll $6\frac{1}{2}$ Linien länger als die Sehne, welche 72 Fuß, als die Weite jeder Oeffnung, enthält.

Man hat durch Rechnung gefunden, daß, wenn die Bogen nach erfolgtem Setzen nur noch 6 Fuß hoch ſein ſollten, der aus Kalk und Cement beſtehende Mörtel in jeder Fuge ſich um $1\frac{1}{5}$ Linien hätte zuſammengedrückt haben müſſen; allein $14\frac{1}{2}$ Monate, vom Tage nach beendigter Wegnahme der Lehrbogen an, waren die Bogen noch 6 Fuß 5 Zoll hoch, und hatten ſich nur um 7 Zoll geſetzt, ſo daß ſich jede Fuge höchſtens um 1 Linie oder $\frac{1}{8}$ ihrer Stärke zuſammengedrückt hatte, welches ein ſicherer Beweis von der Feſtigkeit der Arbeit und von der Sorgfalt iſt, mit welcher der Ingenieur der Brücken und Chauſſeen, Herr de Moutiers, unter deſſen Aufſicht die Bogen ausgeführt worden, die Steine hat bearbeiten und verſetzen laſſen, um ſo mehr, da auch nicht ein einziger geſprungen, ja nicht einmahl ausgeſplittert iſt.

Es iſt zu erwarten, daß die Fugen ſich noch etwas zuſammendrücken können, wenn die Laſt des Pflaſters, der Fußwege, der Geſimſe und Geländer auf den Häuptern auf die Bogen kommt; aber ich denke, daß dies Setzen nicht 3 Zoll betragen wird, und daß etwa noch 4 Zoll nöthig ſein werden, damit die Bogen 6 Fuß hoch bleiben, wie ich gleich Anfangs vermuthet hatte.

Aus dem Geſagten kann man ſehen, daß, wenn man dem Mörtel in den Fugen nicht Zeit läßt zu erhärten, bevor man die Lehrbogen wegnimmt, oder der Mörtel nicht gut genug iſt, man der Gefahr ausgeſetzt ſeyn würde, ſolche Gewölbe beim Einnehmen der Lehrbogen einſtürzen zu ſehen, da, wenn ſich die Fugen überhaupt um 1 Fuß 9 Zoll $6\frac{1}{2}$ Linien zuſammendrückten, die Länge der krummen Linie der der Sehne gleich, die Gewölbe ſcheitrecht werden und ſich nicht würden halten können,

wobei

wobei deren Schub gegen die Stirnpfeiler sehr groß, um nicht unendlich zu sagen, werden müßte. Hat man daher ähnliche Gewölbe aufzuführen, so ist es durchaus nöthig, die Ausführung nur Baubeamten anzuvertrauen, welche in Arbeiten dieser Art Erfahrung haben.

Ein anderes nicht weniger wesentliches Erforderniß ist die Untersuchung der Eigenschaften und der Härte der Steine, die zu solchen Bogen genommen werden können. Die zur Brücke bei Pont-Sainte-Maixence sind großentheils aus den Brüchen in der Nähe dieser Stadt, und aus denen bei Saillancourt, 2 Lieues rechts von Meulan, genommen, auf der Seine und Oise heraufgeschafft worden, und kalkartig.

Von der erstern Art wiegt der Cubikfuß 144 Pfund, von der letztern 165 Pfund.

Nachdem diese Steine dem sehr starken Drucke einer Maschine ausgesetzt worden waren, mit welcher man einen solchen bis von 30000 Pfund hervorbringen kann, hat man an Proben, welche einen Quadratzoll Grundfläche und 2 Zoll Höhe hatten, gesehen, daß der mittlere Widerstand des zur Brücke bei Pont-Sainte-Maixence gebrauchten Steins, unmittelbar vor dem Zerbrechen, 7350 Pfund beträgt, daß also ein Quadratfuß, von derselben Stärke als die Proben, mit 1,058400 Pfund widersteht, da die Widerstände sich wie die Oberflächen verhalten müssen *). Man hat gleichfalls durch eine Menge von Versuchen mit Stücken von verschiedenen Bänken Saillancourtschen Steins, von derselben Grundfläche und Höhe als die vorbeschriebenen, gefunden, daß dieselben einem mittlern Drucke von 1825 Pfund widerstehen können, ohne zu brechen, also ein Quadratfuß von gleicher Höhe mit diesen Stücken einem Drucke von 262,800 Pfund.

Der geringere Widerstand des Saillancourtschen Steins kann daher kömmen, daß derselbe aus körnigen Theilen besteht, die durch ein steiniges Bindungsmittel von geringerer Kraft, als das in den Steinen von Pont-Sainte-Maixence zusammengehalten werden.

Aus einer angestellten Berechnung hat sich ergeben, daß ein Quadratfuß Stein in einem Gewölbe nach einem Kreisbogen von 72 Fuß Sehne und 6 Fuß Höhe, wie die der Brücke bei Pont-Sainte-Maixence in den Lagerflächen der Gewölbsteine, einen gegenseitigen Druck von 31817 Pfund leidet, was noch nicht den 8ten Theil des Widerstandes des Saillancourtschen, und noch nicht den 33sten Theil des Widerstandes des bei Pont-Sainte-Maixence gebrochenen Steins ausmacht. Man sieht also, daß

*) Dies ist nicht in aller Schärfe der Fall. Anm. d. Uebers.

man nicht fürchten darf, daß der Saillancourtſche Stein, welcher der ſchwächſte iſt, zerdrückt werden könne, um ſo mehr, da derſelbe durch einen weit ſtärkern Druck in den obern Theilen der Bogen der Brücken bei Neuilli und Melun, welche 120 Fuß Oeffnung haben, geprüft worden iſt. Aber die über dieſen Gegenſtand ſo eben gegebenen Erläuterungen werden den Baumeiſtern, welche ähnliche Gewölbe aufzuführen haben, nicht überflüſſig ſcheinen, da, weil auf die Beſchaffenheit der Steine nicht Rückſicht genommen worden, im Jahre 1753 die obern Wölbſteine eines 72 Fuß weiten, auf ein Drittel gedrückten Bogens ſich zerdrückt haben, und der Bogen 22 Stunden nach Wegnahme der Lehrbogen eingeſtürzt iſt, wobei jedoch angeführt werden muß, daß die Fugen der Schlußſchicht und der 4 anliegenden erſt am Tage vor Wegnahme der Lehrbogen, die nur einen Tag dauerte, vergoſſen und verſtrichen worden ſind. Dies alles ſind Hauptfehler bei einem Bau, welche man vermeiden muß, wie ich auch in meiner hiernach folgenden Abhandlung über Aufſtellung und Wegnahme der Lehrbogen ſehr angelegentlich empfohlen habe.

Digitized by Google

Marne-Brücke bei Chateau-Thierry.

Die alte Brücke bestand aus 8 kleinen Bogen, von denen insbesondere die nach der Stadt zu, sehr alt und schlecht waren. Der Verfasser wurde beauftragt, einen Plan zum neuen Bau derselben zu entwerfen. Der erste, auf ein Drittel der Weite gedrückte Bogen von 48 Fuß Oeffnung und 33 Fuß Länge von einem Haupt zum andern, wurde nach dem mit Herrn Peter le Tellier am ersten Februar 1765 abgeschlossenen Verding für 150000 Livres ausgeführt, und trat an die Stelle der ersten 4 Bogen, deren geringe Oeffnung die Schifffahrt sehr beschwerlich und gefährlich machte.

Da die 4 andern Bogen während dieser Zeit gleichfalls schlecht geworden waren, so wurde am 24sten Julius 1770 demselben Unternehmer die Erbauung zweier neuen Bogen, eines von 9 Toisen Weite in der Mitte der Brücke und eines andern von 8 Toisen Weite am Ende, beide wie der erste auf ein Drittel ihrer Weite gedrückt und auf der Stelle der alten Brücke, für 397,400 Livres verdungen. Der Mangel an Geld erlaubte nicht, diesen Bau gleich fortzusetzen; allein diese beiden Bogen sollen in dem jetzigen Jahre (1786) geschlossen werden, und der Uebergang kann im nächsten Frühjahre eröffnet, und dann die hölzerne Nothbrücke oberhalb und vor den neuen Bogen abgetragen werden.

Die Pfeiler sind 13 Fuß 6 Zoll stark, und endigen sich auf jeder Seite in einer Spitze, deren Seiten Kreisbogen von ebenfalls 13 Fuß 6 Zoll Halbmesser sind, so daß die Grundfläche derselben ein gleichseitiges, gemischtliniges Dreieck ist. Sie sind oben pyramidenförmig über einer Simsplatte abgedacht, deren Unterkante 15 Fuß über dem letzten Absatze der Grundmauer liegt.

Die Stirnpfeiler sind nur 14 Fuß stark, da jeder derselben gegen den Schub der Bogen durch unter einem Winkel von 45 Grad dagegen laufende Mauern, und andre an den Enden dieser letztern, welche wieder mit den Häuptern gleichlaufen, 27 Fuß lang und 6 Fuß stark sind, und sich an die Kaimauern anschließen, verstärkt ist.

Digitized by Google

Die Mittel- und Stirnpfeiler sind 9 Fuß unter dem letzten Absatze, und 12 Fuß 9 Zoll unter dem Anfang der Bogen, auf 3 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernten Grundpfählen, Roſtſchwellen und hölzernem Belag, alles von gutem Eichenholz, und wie gewöhnlich verbunden, gegründet worden.

Die Schlußſteine des mittelſten Bogens ſind 3 Fuß 9 Zoll, und die der Seitenbogen 3 Fuß 6 Zoll hoch. Die andern nehmen bis auf 5 und 6 Fuß von der innern Wölbung an zu, indem ſie ſich auf den äußern Seiten mit den waagerechten Schichten in den Stirnflächen der Gewölbe vereinigen.

Auf den Brückenhäuptern liegt ein Geſimſe von 16 Zoll Höhe, welches aus einem Wulſt und einer Hohlkehle beſteht, und auf beiden Seiten der Mitte der Brücke auf die Toiſe 21 Linien Gefälle hat.

Die Geländer ſind mit Einſchluß der Deckſchicht 3 Fuß 6 Zoll hoch und 18 Zoll ſtark.

Die übrigen hier nicht beſchriebenen Theile ſehe man Taf. 20., welche den Grund- und Aufriß der Brücke enthält.

Digitized by Google

Brücke zu Brunoi.

Da die alte aus drei steinernen Bogen bestehende Brücke über den Yeres, bei Brunoi, durch eine außerordentliche Fluth im März 1784 großentheils weggerissen war, so wurde der Verfasser beauftragt, dieselben in 3 Jahren wieder aufzubauen. Die Bogen sind im Jahre 1786 geschlossen worden, und das Ganze muß in der nächsten Bauzeit beendigt werden.

Diese neue Brücke besteht aus 3 Bogen von Quadersteinen und 18 Fuß Weite, und steht auf derselben Stelle, auf welcher die alte gestanden hat. Die Mittelpfeiler sind 3 Fuß 6 Zoll stark, und die Stirnpfeiler 10 Fuß. Diese Stirnpfeiler werden durch Pilaster geschlossen, welche 5 Fuß breit sind, und 3 Fuß 9 Zoll vorspringen, alles von der reinen Mauer der Stirnflächen und oberhalb der 2 Absätze gemessen, die auf einer gemauerten 3 Fuß starken Bettung stehen, welche gleichlaufend mit den Häuptern um 4 Fuß verlängert und auf jedem Ende durch eine Reihe verholmte Pfähle und Spundbohlen zusammengehalten wird. Die Breite der Brücke von einem Haupt zum andern ist, mit Einschluß von 16 Zoll für die Stärke jedes Geländers, 28 Fuß 6 Zoll.

Die Gewölbe sind nach Kreisbogen von 18 Fuß Halbmesser gebaut, und die Anfangspunkte derselben liegen alle in einer waagerechten Ebene 7 Fuß über dem zweiten Absatze. Die Schlußsteine sind 2 Fuß stark, und die übrigen Gewölbsteine sind bis zur waagerechten Ebene durch die Oberkante der erstern, oder bis zur Unterkante des Gesimses verlängert und nach der letztern abgeglichen.

Die Mittelpfeiler werden auf jedem Ende durch kreisrunde Pfeiler geschlossen, die zum vierten Theile in der Mauer stecken, und oben auf jeder Seite um 3 Zoll eingezogen sind, um den Durchmesser derselben auf 3 Fuß zu bringen und kleine dreieckige Nebenpfeiler zu bilden. Diese Mittelpfeiler sind gleichfalls in ihrer halben Stärke auf den Vorderseiten der Stirnpfeiler ausgearbeitet.

Digitized by Google

Vor dem nach Mittag zu liegenden Stirnpfeiler ist ein 3 Fuß breiter Fußweg von Sandsteinplatten angelegt worden, damit Monsieur, der Bruder des Königs, aus dem Garten seines alten Schlosses nach der Wiese kommen könne, auf welcher ein englischer Garten angelegt werden soll.

Was die noch zu beschreibenden Theile dieser Brücke betrifft, so wird der Leser deshalb auf Taf. 21. verwiesen, wo der Aufriß, die Hälfte des Grundrisses und ein Durchschnitt von der Brücke, ingleichen Durchschnitte von den Gesimsen der Pilaster und der Brücke befindlich sind. Hier kann man die Leichtigkeit bemerken, die man der Brücke, wegen des Orts, auf welchem sie steht, der Festigkeit unbeschadet, hat geben wollen.

Die Bogen, deren Höhe auf der Lehre nur um 4 Linien vermehrt worden war, haben sich nach Wegnahme der Lehrbogen nur etwa um eine Linie gesetzt, da man hölzerne Keile in die Fugen der Wölbsteine, welche gut mit Mörtel von Kalk und Cement vergossen und verstrichen worden waren, geschlagen, und die Schlußsteine mit der Handramme eingetrieben hatte.

Herr Favre de la Perouse hat die Ausführung des Baues für 64800 Livres übernommen.

Digitized by Google

Brücke zu Rosoi

auf der Straße von Paris nach Sezanne,

welche

an Herrn Florentin le Sueur am 21ſten Februar 1786 für 39,379 livres verdungen worden iſt.

Dieſe Brücke beſteht aus 2 Bogen von 24 Fuß Oeffnung, welche nach Kreisbogen von gleichfalls 24 Fuß Halbmeſſer bei 3 Fuß Höhe beſchrieben ſind. Jeder Stirnpfeiler iſt 12 Fuß ſtark, und der Mittelpfeiler zwiſchen den 2 Bogen 6 Fuß, alles oberhalb der zwei Abſätze gemeſſen. Die Schlußſteine ſind 2 Fuß 6 Zoll lang. Die Brücke iſt zwiſchen den Häuptern 33 Fuß breit, und ſteht, ſo wie die Flügelmauern, auf gewöhnlichen Grundpfählen, Roſtſchwellen und Holzbelag.

Die Wölbſteine ſowohl, als die Schichten in den Stirnflächen, und die Geſimſe der Geländer, ſind von hartem Sandſtein und ſorgfältig abgekehrt und bearbeitet. Die Bogen ſind zu Ende des Jahres 1786 geſchloſſen worden. Nach Einbringung der Schlußſteine haben ſich dieſelben auf den Lehrbogen um ohngefähr 10 Linien geſetzt. Die Lehrbogen ſollen im künftigen Frühjahre weggenommen werden.

Digitized by Google

Brücke bei den Wasserkünsten,

welche

im Jahre 1760 über den Ronnetefluß zu Chantilly auf der Straße von Paris nach Amiens erbaut worden ist.

Da diese Brücke nahe unterhalb des Schlosses und vor einer schönen Wiese lag, nach welcher die Aussicht so wenig als möglich unterbrochen werden sollte, so mußte sie sehr leicht gehalten werden, und eiserne Geländer mit Fußwegen und Abweisesteinen davor bekommen, so daß die Geländer dem Stoß der Wagen nicht ausgesetzt waren.

Sie besteht aus drei, bis auf den vierten Theil ihrer Weite gedrückten Bogen, wovon der mittlere 16 Fuß, die beiden andern aber jeder 15 Fuß Oeffnung haben. Die Stirn- und Mittelpfeiler sind jeder 5 Fuß stark.

Die Brücke liegt etwas schief auf den Stromstrich, und ist von einem Haupt zum andern 24 Fuß breit. Sie hat 14588 Livres gekostet.

Taf. 23. enthält eine Ansicht, einen Grundriß und einen Durchschnitt von dieser Brücke.

Digitized by Google

Beſchreibung des ſchiefen Bogens

über den Bicheretbach, bei und jenſeit Lagny, auf der Straße nach Deutſchland über Coulommiers.

Man iſt oft verlegen um die dauerhafte Erbauung eines Bogens, der mit der Richtung der Straße einen bedeutend ſchiefen Winkel macht, da die Wölbſteine des Hauptheils des Bogens gewöhnlich bis zu den Häuptern verlängert werden, und daher auf der einen Seite einen ſpitzen Winkel erhalten, der leicht abbrechen kann, und auch je nachdem der Bogen weniger oder mehr ſchief liegt, der Schub der gedachten Häupter zum Theil oder ganz und gar keinen Widerſtand findet, ſo daß manchmahl ein Theil der Gewölbſteine in der innern Wölbung länger gemacht werden müßte, als es die Länge der Steine in den Brüchen erlauben würde. Darum habe ich es für nützlich gehalten, hier die Zeichnung und die Lehren von einem Bogen mitzutheilen, den ich bei Lagny unter einem Winkel von 45 Grad habe bauen laſſen, bei welchem die angegebenen Nachtheile dadurch vermieden wurden, daß die Gewölbſteine rechtwinklicht auf den Häuptern ſtehen, welche mit dem im vollen halben Kreiſe gewölbten Hauptheile des Bogens einerlei Projection auf eine, die Achſe des Gewölbes rechtwinklicht ſchneidende Ebene haben, und zwar ſo, daß die gedrückten Bogen, welche ſämmtlich denen in den Häuptern gleich oder ähnlich ſind, ſich auf jeder Seite gegen zwei einander gerade entgegengeſetzte Stirnpfeiler ſetzen.

Dieſer Bogen iſt 9 Fuß weit, und von einem Haupt zum andern, nach der ſchiefen Lage gemeſſen, 11 Toiſen lang; die Stirnpfeiler ſind 5 Fuß ſtark, da der neue Weg 32 Fuß höher als die Häupter liegt. Das Gewölbe iſt 1 Fuß 10 Zoll im Schlußſtein ſtark.

Hierzu gehören 2 Kupfertafeln. Auf der erſten derſelben befinden ſich der Grundriß und der Durchſchnitt des Bogens, auf der zweiten die Anſichten des Bogens und die dazu gehörigen Lehren. Man glaubt, daß die bloße Beſchauung derſelben hinreichend ſein wird, um diejenigen Erläuterungen zu verſchaffen, deren man zu Bauten dieſer Art bedürftig ſein wird.

Entwurf zu einer Brücke
über die Newa zu St. Petersburg
an die Stelle der daselbst befindlichen Schiffbrücke.

Die große Menge und die Dicke des bei Thauwetter aus dem Ladoga-See und dem obern Theile der Newa bis zu diesem See kommenden Eises, verbunden mit der Nothwendigkeit, für große Schiffe einen Durchgang zu lassen, hatte bei den Russen die Meinung hervorgebracht, daß es unmöglich sei, an dieser Stelle eine hinreichend feste steinerne Brücke zu erbauen, die jedoch um so nöthiger wäre, als Petersburg durch die Newa fast in zwei Theile getheilt, und bei unzureichender Dicke des Eises, um Wagen tragen zu können, und während des Eisganges, alle Verbindung zwischen den beiden Theilen dieser Hauptstadt unterbrochen ist.

Die großen Schwierigkeiten, welche die Erbauung einer solchen Brücke hat, der Nutzen, den dieselbe gewähren würde, und vorzüglich das Verlangen, den Wünschen einer großen Kaiserin zu entsprechen, die, wie man mir gesagt hatte, einen Entwurf dieser Art zu haben wünschte, haben mich bestimmt, einen solchen auszuarbeiten, da ich übrigens überzeugt bin, daß wenige Dinge dieser Art unmöglich sind, wenn man nach der von Trajan über die Donau erbauten Brücke urtheilen will, die aus 20 Bogen, jeder von 170 Fuß Oeffnung und 150 Fuß Höhe bestand, und deren Pfeiler 60 Fuß stark waren.

Jene Brücke muß aus 7 Bogen, 6 Mittelpfeilern und 2 Stirnpfeilern bestehen. Die mittlere Oeffnung, durch welche die Schiffe vermittelst einer in derselben anzulegenden Zugbrücke gehen müssen, muß 60 Fuß weit werden. Die drei folgenden Bogen auf jeder Seite müssen 18 Toisen, 16 Toisen und 14 Toisen weit sein. Die mittelsten Mittelpfeiler müssen 30 Fuß, die andern nach einander 27 Fuß und 24 Fuß Stärke erhalten, und die letzten halben Mittelpfeiler an den Stirnpfeilern jeder 12 Fuß, alles über den Absätzen der Grundmauern gemessen. Die Breite der Brücke zwischen den Häuptern muß 56 Fuß betragen, wovon auf jeder Seite 12 Fuß zu einem Fußweg und 2 Fuß zur Stärke der Geländermauern genommen werden, unabhängig von einem um 3 Fuß ausspringenden Theile am Ende jedes Mittelpfeilers.

Digitized by Google

Damit das Wasser und das Eis leichter durch die Brücke gehen könne, als wenn die Bogen wie gewöhnlich nach halben Ellipsen erbaut würden, so müssen dieselben aus 11 Mittelpunkten nach der vorher angeführten algebraischen Formel beschrieben werden, wobei außerdem aus gleichem Grunde noch Ochsenhörner angebracht worden, deren Halbmesser im Haupt, für den Bogen von 18 Toisen Oeffnung, 125 Fuß 8 Zoll 9 Linien groß ist. Der Anfang dieser letztern und der Bogen selbst muß mit dem kleinsten Wasserstande, und die Unterkante des Gesimses der Eisspitzen und hintern Enden der Pfeiler mit dem höchsten Wasserstande gleich hoch liegen.

Obgleich ich wohl annehmen kann, daß bei der großen Masse der Mittelpfeiler, die ich stärker und länger, als bei gewöhnlichen Flüssen gebräuchlich und nöthig ist, gemacht habe, dieselben im Stande sein werden, dem Stoße des Newa-Eises zu widerstehen, da sie noch außerdem mit dem Gewicht der darauf ruhenden Bogen beschwert und durch halbkreisförmige Vorder- und Hintertheile verstärkt sind; so habe ich doch mehrerer Sicherheit wegen für nöthig gehalten, jeden dieser Mittelpfeiler durch eine zweite dreieckige Eisspitze, die die erstere berührt, und deren Oberkante sich unter einem Winkel von 45 Grad neigt, und nach einem Kreisbogen eben so wie die Spitze der dreieckigen Grundfläche abgerundet ist, noch fester zu machen.

Man weiß, daß der Stoß eines harten Körpers, der sich in waagerechter Richtung gegen eine so geeignete Ebene bewegt, sich zum Stoß in senkrechter Richtung auf die Neigung, umgekehrt wie der Halbmesser zum Sinus des Neigungswinkels, der, wie schon gesagt, 45 Grad groß ist, also wie 5 zu 7 verhält, so daß der Stoß sich um $\frac{2}{7}$ oder um etwas weniger als um $\frac{1}{3}$ vermindert. Außerdem muß man erwägen, daß das Eis mürbe ist, und auf der Eisspitze zerbrechen muß, da es übrigens im Augenblick des Stoßes durch die Neigung derselben in die Höhe gehoben ist, was den Stoß nicht nur vermindert, sondern auch dazu beiträgt, daß das Eis seine erste Richtung verläßt und leichter zu beiden Seiten der Eisspitze unter den anliegenden Bogen durchgeht.

Berücksichtigt man nur den Stoß des Wassers im flüssigen Zustande gegen die halbkreisförmigen Vordertheile der Pfeiler, so weiß man, daß derselbe nur halb so groß ist, als der senkrechte Stoß auf eine lothrechte Ebene, deren Breite dem Durchmesser dieser Vordertheile gleich wäre; aber dieser Stoß vermindert sich noch um vieles wegen der dreieckigen Form der Grundfläche und der damit gleichlaufenden Schnitte der vorgelegten Eisspitzen, woraus hervorgeht, daß damit noch ein Vortheil mehr verbun-

Digitized by Google

den ist, da der waagerechte Schnitt sich dem nähert, der den geringsten Widerstand leistet.

Dann muß man auch bedenken, daß, wenn durch einen starken lange anhaltenden Frost von ohngefähr 30 Grad, wie im Winter an der Newa Statt findet, die Oberfläche derselben und des Ladoga-Sees mit so starkem Eise bedeckt wird, daß man mit beladenen Wagen darüber fahren kann, dies Eis nur dann in Bewegung kommen und in den finnischen Meerbusen gehen kann, wenn es lange genug gethaut hat, vom Eis ein Theil abgeschmolzen und dasselbe nach allen Seiten gebrochen ist, so daß, wenn die solchergestalt zertheilten Eisstücke zu gehen anfangen, sie sich fortwährend trennen und zusammenschieben müssen, da sie einander wechselseitig hinderlich werden, und der Strom an mehrern Stellen eingeschränkt wird.

Nach diesen Betrachtungen muß man das an einen Mittelpfeiler stoßende Eis nicht so ansehen, wie ein Floß Holz oder ein beladenes Schiff, da der Zusammenhang unter den Schollen aufgehoben ist, wodurch der Stoß derselben bedeutend geschwächt werden muß, obgleich dies auf den ersten Blick, bis auf eine gewisse Weite von den Pfeilern, nicht bemerkbar sein kann.

Kennte man die Geschwindigkeit des Stroms zur Zeit des Eisganges, und hätte gemerkt, wie weit die Wirkung eines Pfeilers oder eines andern so gestoßenen Körpers sich erstreckte, so könnte man die stoßenden Massen ausmitteln, um den Effect derselben zu berechnen; allein ich glaube nicht, daß dieser jemals so stark sein kann, um Pfeiler, wie die von mir vorgeschlagenen, zu verrücken, da dieselben mit dem Gewicht eines großen Halbgewölbes von jeder Seite belastet sind, deren ganzes Gewicht, nach der von mir angestellten Berechnung, sich auf mehr als 25 Millionen Pfund belaufen muß, wobei jedoch das abgezogen worden, was der im Wasser befindliche Theil an Gewicht verlieren kann *).

Zur Einrichtung der Zugbrücke, welche ich in der Mitte der Brücke anlegen will, und 60 Fuß weit zu machen gedenke, wobei jede Zugklappe 30 Fuß Länge erhält, wird

---

*) Bei dieser Rechnung ist angenommen, daß 1 Cubikfuß Quadersteine, oder Granit und Marmor, so zum Brückenbau genommen werden, 180 Pfund wiegt, und ein Cubikfuß gewöhnliches Mauerwerk 120 Pfund, so daß das durchschnittsmäßige Gewicht eines Cubikfußes Mauer, die gleichviel von jedem der angeführten Bestandtheile enthält, über dem großen Wasser 150 Pfund und unter demselben 78 Pfund ist, indem hier 72 Pfund für das Gewicht des Wassers abgezogen werden, welches durch das Mauerwerk verdrängt wird.

Digitized by Google

auf jedem der beiden Pfeiler, auf welche die Zugbrücke zu liegen kommt, ein Gebäude in Form eines Triumphbogens errichtet werden müſſen, worin die Wohnungen der zwei Leute angebracht werden können, welche das Aufziehen und Niederlaſſen der zwei Zugklappen zu beſorgen haben. Dieſe Gebäude werden mit flach erhobenen Arbeiten verziert, welche die von den Armeen der Kaiſerin erfochtenen Siege, und die andern wichtigſten Ereigniſſe ihrer Regierung, mit paſſenden Inſchriften darſtellen. Auf jedes Gebäude kommt ein aus Waffen zuſammengeſetztes Siegeszeichen, das von allen Seiten angeſehen in die Mittellinie fällt.

Man ſehe Tafel 26., welche den Grund- und Aufriß der Brücke, und die Anſichten der beiden ſo eben erwähnten Gebäude oder Triumphbogen enthält.

Die Einrichtung zur Bewegung jedes der beiden Theile der Zugbrücke beſteht aus einem ohngefähr um den vierten Theil ausgeſchnittenen *) Rade *A*, von 30 Fuß Durchmeſſer, welches mit den mit Zapfen verſehenen Drehbalken *B*, und den (äußerſten) Balken der Klappen verbunden iſt. Der Umfang jedes Rades erhält eine Vertiefung, in welche eine darin **) befeſtigte Kette paßt. Am Ende jeder Kette hängen gegoſſene walzenförmige Gewichte, welche in den Schacht *D* hinabſinken, und deren geſammtes Gewicht dem der Klappe gleich iſt. Dieſe Gewichte ſind mit Eiſen ſo unter einander verbunden, daß ſie ſich nach und nach auf den Boden des Schachts ſtellen können, und daß ſie hier jedesmal erſt dann ſämmtlich angelangt ſind,

---

*) Hier hat Perronet überſehen, daß durch Weglaſſung ohngefähr des vierten Theils des Kranzes des Rades die Feſtigkeit deſſelben ſehr leidet, ohne daß dadurch etwas gewonnen wird, indem einerſeits der dritte Quadrant doch auch Arme erhalten muß, und deshalb die von P. angenommenen Oeffnungen in den Pfeilern, durch welche ſich doch nur die Kränze ſchieben könnten, in bis zur Oberkante der Pfeiler gehende Einſchnitte verwandelt werden müßten, um auch den Armen beim Umdrehen des Rades den Durchgang zu verſtatten, eben ſo gut, als wenn der vierte Quadrant vorhanden wäre; andrerſeits aber hierbei das Ende des dritten Quadranten eben ſo weit in die Oeffnung unter der Zugbrücke eintritt, als der Anfang des vierten weggelaſſenen thun würde, und der Raum, durch welchen die Schiffe gehen müſſen, nicht größer wird: weshalb ganze Räder vorzuziehen ſein dürften. Anm. d. Ueb.

**) Nach der im Original angegebenen Lage der Stirnräder und Drehlinge gegen einander würde dieſe Kette vom Ende des waagerechten Durchmeſſers des Stirnrades nicht frei herabhängen können; jedoch würde dies dadurch zu verbeſſern ſein, daß die Drehlingswelle ſo weit nach der Zugklappe zu geſchoben würde, daß der Endpunkt des waagerechten Durchmeſſers des Kreiſes durch die Außenſeiten der Stöcke des Drehlings und der des eben ſo liegenden Durchmeſſers der Rinne des Stirnrads in eine ſenkrechte Ebene fallen. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

wenn die Klappe vollkommen gehoben ist, wobei eine solche Einrichtung Statt finden muß, daß zwischen dem Widerstand der Klappe in den verschiedenen Lagen derselben, und den bei jeder solchen Lage noch an der Kette hängenden Gewichten stets ein Gleichgewicht Statt finde, damit die zwei Mann, welche auf jeder Seite arbeiten, nur die Reibung zu wältigen behalten.

Der Theil der Kränze der Räder, auf der der Zugbrücke entgegengesetzten Seite, erhält eiserne Zähne, welche in die Drehlinge *E*, deren jeder 3 Fuß im Durchmesser hat, eingreifen. Diese 2 Drehlinge sitzen an einer waagerecht liegenden Welle *F*, an welcher sich zugleich auf beiden Seiten die Räder *G* befinden, welche 12 Fuß im Durchmesser groß, und mit Ziehsprossen, an denen die Leute anfassen, welche die Räder in Bewegung setzen, versehen sind. Alles dies kommt in ein Gewölbe von 6 Fuß im Durchmesser zu liegen, welches unter dem mittlern Theile jedes Gebäudes durchgeht, und mit den Kellern Gemeinschaft hat, in welche man durch die Treppen *H* gelangt.

Mittelst der genannten Treppen gelangen die Arbeiter in ihre Wohnungen in den Halbgeschossen, indem in der Höhe der Kämpfer der Durchgänge auf den Seiten, auf welche die Fußwege treffen, Kreutzgewölbe angelegt werden.

Die für diese Brücke vorgeschlagene Bauart kann, obgleich solche insbesondere für Petersburg bestimmt ist, auch bei andern Brücken über große nördliche Ströme und Flüsse angewandt werden, und zwar in Hinsicht der starken Mittelpfeiler und der doppelten Eisspitzen derselben, wodurch sie dem stärksten Eise müssen widerstehen können, bei allen solchen Brücken, wenn übrigens die Anzahl und die Weite der Bogen, wie auch die Höhe derselben, nach den besondern örtlichen Umständen festgesetzt wird.

Digitized by Google

Brücke bei Orleans
und
Beschreibung der beim Bau derselben gebrauchten Maschinen.

Da der schlechte Zustand der aus 19 Bogen bestehenden alten Brücke bei Orleans die Erbauung einer neuen steinernen Brücke nöthig gemacht hatte, so wurden dazu zwei verschiedene Entwürfe geliefert. Der Vorschlag des ersten Ingenieurs der Brücken und Chausseen, Hrn. Hupeau, wonach die neue Brücke nicht weit unterhalb der alten angelegt und zwei neue Straßen in der Richtung derselben auf der einen Seite bis nach der Mitte der Stadt, dem Martrois-Platz, auf der andern durch die St. Marcells-Vorstadt bis zur alten Heerstraße durchgebrochen werden sollte, erhielt den Vorzug.

Diese Brücke besteht aus 9 Bogen, welche 12 Zoll unter dem kleinsten Wasserstande anfangen. Der mittelste ist 100 Fuß weit und 28 Fuß bis zum Schlußstein hoch; die Bogen an den Stirnpfeilern sind 92 Fuß weit, 25 Fuß hoch, und die dazwischen liegenden stehen mit diesen in Verhältniß. Die 4 mittelsten Pfeiler sind 18 Fuß stark, und die 4 andern 17 Fuß, so daß die Länge der Brücke von einem Stirnpfeiler zum andern 166 Toisen 4 Fuß beträgt. Jeder Stirnpfeiler ist 22 Fuß stark. Die Brücke ist von einem Haupt zum andern 46 Fuß breit, nämlich 27 Fuß in der Fahrbahn, 8 Fuß in jedem Fußwege und 18 Zoll in jedem Geländer. Gegen die verbrochenen Ecken der Stirnpfeiler stehen, unter Winkeln von 45 Grad nach außen zu laufend, 30 Fuß 8 Zoll lange Mauern, an deren Enden sich 5 Fuß aus den Kaimauern herausspringende Pilaster befinden, deren beider Richtungen mit der der Brücke rechte Winkel machen.

Die Schlußsteine sind im mittelsten Bogen 6 Fuß 6 Zoll, in denen an den Stirnpfeilern 5 Fuß 6 Zoll, und in den dazwischen liegenden verhältnißmäßig stark. Die Schicht, welche das Gesimse der Brücke bildet, ist 27 Zoll hoch, mit Einschluß von 10 Zoll für ein Plättchen und eine Hohlkehle. Der Wulst hat überhaupt 18 Zoll Ausladung. Das Geländer ist von dem Wulst an 3 Fuß 1 Zoll hoch, und 1 Zoll weniger von den Fußwegen an, alles nach Abzug von $1\frac{1}{2}$ Zoll für die Abwässerung

Digitized by Google

der Deckſchicht. Das Pflaſter hat von beiden Seiten 8 Linien Gefälle auf die Toiſe. (S. Taf. 27.)

Dieſe Brücke iſt mit Mauerwerk auf Grundpfähle, Roſte und Holzbelag 5 Fuß 9 Zoll bis 10 Fuß tief gegründet worden, je nachdem das Waſſer mit mehr oder weniger Mühe ausgeſchöpft werden konnte.

Die Bogenlinie iſt halbrund aus drei Mittelpunkten beſchrieben worden.

Der Bau wurde, nach dem Anſchlage des Hn. Hupeau vom 6ten October 1750, dem ꝛc. Johann Chopine am 29ſten März 1751 vom Staatsrath für 2,084000 Livres verdungen, und der ꝛc. Johann Rondel trat am 20ſten October deſſelben Jahres, in Gemäßheit eines Beſchluſſes des Staatsraths, in deſſen Stelle.

Die Brücke wurde in 10 Jahren erbaut. Vier Jahre arbeitete man an den Grundwerken, eben ſo lange an den Gewölben, und dann noch zwei Jahre an den übrigen Arbeiten. Dem Publicum wurde der Uebergang zu Ende des Jahres 1760 frei gegeben.

Hier ſollen insbeſondere die Arbeiten bei der Gründung der Brücke beſchrieben werden, da dies der wichtigſte und belehrendſte Theil für jeden Baumeiſter iſt, und zwar ſowohl wegen der Geſchwindigkeit und der häufigen Anſchwellungen der Loire, als auch wegen der örtlichen Schwierigkeiten, welche zu überſteigen waren, und ſelbſt wegen der zufälligen Ereigniſſe, wider welche alle Hülfsmittel der Kunſt aufgeboten werden mußten. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird man ſich daher nicht bei der Beſchreibung der andern Arbeiten oberhalb der Grundwerke aufhalten, da dieſelben von denen in Betreff der Brücke bei Neuilli und Mantes beſchriebenen nicht unterſchieden ſind. Zum Beſchluß ſollen die hydrauliſchen und andern Maſchinen und Geräthſchaften beſchrieben werden, deren man ſich bei dieſen Arbeiten bedient hat.

Der Bau wurde unter Hrn. Hupeau's Leitung durch den Hrn. Brücken- und Wege-Ingenieur Soyer, deſſen Fähigkeiten und Eifer unter den Baubeamten bekannt genug ſind, ausgeführt, wobei demſelben der Herr Inſpector Bugy als Gehülfe zugeordnet war.

1751.

In dieſem Jahre wurde der Stirnpfeiler auf der Stadtſeite, die Mauern an demſelben und der erſte Mittelpfeiler aufgeführt. Beide Pfeiler wurden mit einem und demſelben Fangedamm umſchloſſen. (Man ſehe Tafel 28.)

Bei

Bei einem Bau von solcher Wichtigkeit, wo es schwer ist, Arbeiter genug zusammen zu bringen, auf welche man immer mit gleicher Sicherheit rechnen kann, wurde es für zweckmäßig gehalten, vom Kriegsminister eine Anzahl Soldaten zu erbitten, welcher dann auch im Monat Mai das Infanterie-Regiment von Chartres, zwei Bataillons stark, nach Orleans schickte. Durch einen Theil desselben wurden zwei Bogen der alten Brücke, welche den Einsturz drohten, abgetragen, an deren Stelle sodann eine hölzerne Nothbrücke erbaut wurde. Die übrigen schlugen vom 2ten Junius an mit 3 Rammen Fangedammspfähle, wobei jede Ramme auf einem Schiffe stand, und durch 16 Soldaten und einen Zimmermann bedient wurde. Jeder Soldat erhielt täglich 14 Sous. Mit jeder Ramme wurden täglich in 12 Arbeitsstunden in der Regel 12 bis 16 Pfähle eingerammt. Diese Pfähle waren 18 bis 20 Fuß lang, 9 bis 10 Zoll stark, standen $3\frac{1}{2}$ Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt, und wurden 4 bis 5 Fuß tief in den Grund gerammt. Die Spitzen waren mit 20 Pfund schweren Schuhen versehen, und die Pfähle wurden so geschlagen, daß die obern Enden ohngefähr noch 6 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande blieben, worauf sie auf der äußern Seite mit Riegelhölzern nahe an den obern Enden verbunden wurden. Zugleich wurden die Rahmen zu den Spundbohlen auf den innern Seiten der Pfahlreihen eingerammt. Letztere waren 18 bis 20 Fuß lang, 9 bis 10 Zoll breit und 4 Zoll stark. Jeder Rahmen war 15 bis 18 Fuß breit, und wurde mit derselben Ramme eingeschlagen, mit der die Pfähle gerammt wurden. Mit jeder Ramme wurden gewöhnlich 3 Rahmen in einem Tage eingeschlagen, und für jeden Rahmen 13 Livres bezahlt.

Gleichlaufend mit der innern Seite des Fangedamms wurden auch Pfähle eingeschlagen, auf denselben Gerüste angelegt und Rammen darauf gesetzt, um die innere Reihe Spundbohlen zu schlagen. Diese Gerüste hatten auch noch eine andre Bestimmung, wie nachher beschrieben werden wird.

Da man Quell- und Schwitzwasser aus dem Erdreich nach der Stadt zu befürchtete, so wurde noch eine Reihe Spundbohlen von einem Flügel des Fangedamms zum andern geschlagen, die blos durch kleine Pfähle gehalten, aber nicht verriegelt wurden.

Die Pfähle und Spundbohlen wurden in 5 Wochen geschlagen. So wie man die Spundbohlen schlug, wurde auch zugleich der innere Raum des Fangedamms ausgebaggert. Man bediente sich hierzu eines großen Rechens, der von 11 Mann mit

Hülfe einer Erdwinde in Bewegung geſetzt wurde. Mit demſelben wurde täglich ohngefähr eine Cubiktoiſe Sand herausgeſchafft, und ſelbſt ziemlich große Steine, wenn dergleichen im Grunde vorkamen. In der Folge hat man gefunden, daß die Kaſtenkünſte, wovon hernach die Rede ſein wird, dem Rechen noch vorzuziehen ſind.

Man hatte verſucht, durch den Theil des Fangedamms, der mit dem Stromſtrich gleichlaufend war, Waſſer ſtrömen zu laſſen; da dies aber einen zu geringen Erfolg hatte, ſo wurde doch lieber der Rechen beibehalten.

So wie die Baggerung fortrückte, wurde mit drei Schiffen gute Erde angefahren, deren jedes ſtromunter von zwei Schiffern regiert wurde, und zuſammen bei 800 Toiſen Entfernung 12 Mahl fuhr. Auch wurde Erde mit Karren an das Ufer gefahren, mit Schippen in den vom Fangedamm eingeſchloſſenen Raum geworfen, und von da mit Schubkarren in den Fangedamm ſelbſt geſchafft. Dieſe Arbeit wurde am 18ten Julius beendigt.

Während man den Fangedamm mit Erde ausfüllte, wurden 24 Scheibenkünſte aufgeſtellt und in Stand geſetzt, darüber aber auf einem Gerüſte, auf der innern Seite des Fangedamms und dem Riegelholz auf den zum Gerüſte geſchlagenen Pfählen, Plauen ausgeſpannt. Um jede lag ein Kranz, wodurch ſie nach Bedürfniß höher oder tiefer geſtellt werden konnte. Der übrige Theil des Gerüſtes nach dem Fangedamm zu, blieb zu den verſchiedenen Verrichtungen frei. Zugleich hatte man auch ein Schaufelwerk aufgeſtellt, welches durch den Strom in Bewegung geſetzt wurde, und alle dieſe Maſchinen waren am 2ten Auguſt ſo weit, daß ſie in Gang gebracht werden konnten. An den Kurbeln jeder Scheibenkunſt arbeiteten 4 Mann, welche alle zwei Stunden abgelöſt wurden, und 12 Mann waren hinreichend, dieſelben Tag und Nacht im Gange zu erhalten, ſo daß jeder in 24 Stunden 8 Stunden arbeitete. Jeder Arbeiter erhielt 28 Sous, oder 7 Sous für eine Ablöſung. Außerdem wurden bei dieſen Scheibenkünſten noch ein Zimmermann, ein Schloſſer und ein Schiffer angeſtellt, um dieſelben herzuſtellen und zu verledern, wenn ſie ſich abnutzten. Bei jeder Scheibenkunſt war des Nachts eine Lampe.

Die Zeit der Ablöſung wurde alle zwei Stunden, bei Tag und bei Nacht, durch Trommelſchlag angegeben. Zwei Unterofficiers, die als Aufſeher gebraucht wurden, ließen an die Stelle Abweſender andre treten, und hielten Ordnung.

Man hatte bei dem Schaufelwerk einen Zimmermann, einen Schloſſer und einen Schiffer angeſtellt, die alle ſehr viel zu thun hatten, um die hölzernen Schaufeln, die

oft zerbrachen, und die Gelenke herzustellen. Zuerst wurde zu den Schaufeln stärkeres Holz genommen; allein man mußte dieselben bald von Eisen machen, wo sie dann länger hielten. Diese Maschine, deren Wirkung hiernach unter denen der übrigen hydraulischen Maschinen, welche hier berechnet worden sind, angegeben ist, leistete so viel, daß man in dem eingedämmten Raume ihren Stillstand sehr deutlich bemerkte.

Nachdem drei Tage lang Wasser geschöpft worden, und das Wasser im Fangedamm nur $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß unter dem Wasserspiegel im Strom gefallen war, so mußte man vermuthen, daß im Grunde starke Quellen oder Oeffnungen im Fangedamme wären, durch welche anstatt des ausgepumpten Wassers anderes eindränge. Es wurden daher noch 6 Scheibenkünste in Stand gesetzt und gedreht, wodurch das Wasser noch 6 Zoll tiefer fiel. Da wurde dann eine beträchtliche Quelle 3 Fuß von dem Flügel des Fangedamms bemerkt, die man Anfangs für eine queer durch den Fangedamm gehende Oeffnung hielt, weshalb man beschloß, mit dem Wasserschöpfen einzuhalten, und die zugehörige Stelle des Fangedamms leer zu machen. Es wurden zwei Reihen Spundbohlen in Rahmen nach der Breite des Fangedamms geschlagen, und der leere Raum dazwischen mit guter Erde ausgefüllt. Nun wurden noch 2 Pumpen mehr, also überhaupt 32, mit Ausschluß des Schaufelwerks, in Gang gebracht, und mit dem Wasserschöpfen 5 Tage nachdem dasselbe aufgehört hatte, wieder angefangen, wobei an den Scheibenkünsten 360 Soldaten arbeiteten, und das Wasser in zwei Stunden wieder eben so weit gesenkt wurde, als zu der Zeit, wo das Wasserschöpfen aufhörte. Da zeigte sich dieselbe Quelle von neuem, und verhinderte abermals, das Wasser noch tiefer auszuschöpfen.

In Hinsicht der so, nach der Breite des Fangedamms, geschlagenen Spundbohlen ist zu bemerken, daß dieses Mittel das Durchdringen des Wassers nicht nur nicht hindert, sondern vielmehr ganz dazu geeignet ist, eine entgegengesetzte Wirkung hervorzubringen und einen größern Zufluß von Wasser in den abgedämmten Raum zu verursachen. In ähnlichen Fällen ist es klüger gehandelt, wenn man die Erde an der Stelle, wo man vermuthet, daß das Wasser sich einen Durchgang verschafft habe, auf eine gewisse Länge ausgraben und ausbaggern, und dann den Einschnitt wieder mit guter Erde ausfüllen läßt. Um die gefundene Quelle zu verstopfen, wurde der Sand um dieselbe bis auf den festen Boden ausgebaggert, solche in eine Kufe eingeschlossen, um diese Kufe herum in $2\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung kleine Pfähle und Bohlen

dicht an einander geschlagen, und dieser Raum mit Lehm ausgestampft. Das Wasser stieg sogleich über diese erste Kufe, weshalb noch eine zweite eben solche, genau auf die untere passend, aufgesetzt werden mußte; das Wasser der Quelle stieg sodann beinahe bis zur Höhe des Flusses, und stieg und fiel mit demselben, wie in einem Heber.

Da diese Quelle auf diese Weise einigermaaßen zum Stehen gebracht war, so wurde das Wasser noch 6 Zoll tiefer als vorher ausgeschöpft. Darauf entdeckte man noch eine zweite eben so starke Quelle, als die erste, die am rechten Flügel des Fangedamms 8 Fuß von der innern Seite desselben entfernt lag. Auch diese wurde, durch mehrere auf einander gesetzte Kufen und durch Grundbohlen, mit einer Einfassung von Thon rings herum eingeschlossen; indessen konnte das Wasser durch das Ausschöpfen doch immer nur noch einige Zoll tiefer gesenkt werden, so daß sich vermuthen ließ, daß viel Wasser am untern Theile des dem Strome entgegengekehrten Flügels durchschwitze. Um dies zu verhüten, wurde auf der innern Seite ein Nebenfangedamm angelegt. Dieser war 5 Fuß breit, reichte 2 Fuß über die Wasserhöhe, bis zu welcher ausgeschöpft worden war, und wurde am 15ten desselben Monats fertig.

Sogleich nach Beendigung dieses Fangedamms wurde, mit Hülfe des Ausschöpfens, die Erde auf der Stelle ausgegraben, auf welcher der Stirnpfeiler gegründet werden sollte, und daselbst mit kleinen Pfählen die Stelle jedes Grundpfahls nach den Linien, die zur Bestimmung der Lage dieses Stirnpfeilers gezogen waren, bezeichnet. Am 17ten fingen 3 Rammen an, diese Pfähle zu schlagen. Die Bäre derselben wogen jeder 900 Pfund. An jeder Ramme arbeiteten 24 Mann und 2 Zimmerleute; mit jeder Ramme wurden täglich 8 Pfähle eingeschlagen, und für jeden Pfahl 3 Livres 10 Sous bezahlt. Die Arbeit war in gutem Zuge, als am 18ten Nachmittags das Wasser im Strome anfing zu wachsen, so daß man während der Nacht fürchten mußte, daß es über den Fangedamm weggehen würde, und 8 Pumpen aufhören mußten, deren Rinne nur einen Fuß über dem kleinsten Wasserstande durch den Fangedamm ging. Das Durchschwitzen wurde auch viel stärker, und das Wasserrad des Schaufelwerks zerbrach am andern Morgen durch die Heftigkeit der Strömung; das Wasserschöpfen wurde unterbrochen und man schaffte die Geräthschaften weg. Während dieser Unterbrechung wurden einige Theile des Fangedamms, die sich bedeutend gesetzt hatten, und die Winkel, die sogar ganz leer geworden waren, wieder mit Erde vollgefüllt. Das Wasser im Strome fiel glücklicherweise wieder; das Wasserrad des Schaufelwerks wurde hergestellt, und am 22sten früh um 6 Uhr wurde das Aus-

Digitized by Google

ſchöpfen mit dem Schaufelwerk und 32 Pumpen wieder angefangen. Drei Stunden darauf war das Waſſer ſchon 6 bis 7 Zoll gefallen, als daſſelbe Waſſerrad am äußern Ende zerbrach, und vom Strome mit dem Drehlinge und beinahe dem ganzen übrigen Theile der Maſchine fortgeführt wurde. In drei Tagen war dieſes Rad wieder hergeſtellt, das Waſſerſchöpfen aber nicht unterbrochen worden; es waren vielmehr noch 2 Pumpen dazu gekommen, folglich die Zahl derſelben auf 34 gebracht; und als das Schaufelwerk wieder angelaſſen wurde, wo das Waſſer im Strome ſchon wieder gefallen war, ſo wurde am 24ſten Auguſt wieder angefangen, Grundpfähle zum Stirnpfeiler einzurammen. Hieran wurde Tag und Nacht, und mit ſolchem Fleiß gearbeitet, daß alles am 29ſten Abends fertig war.

Gewöhnlich treiben die Grundpfähle das Erdreich zuſammen, und verſtopfen die Quellen, welche ſich darin finden; man mußte ſich daher ſehr wundern, als das Gegentheil Statt fand. Als man das Waſſer ſo tief ausſchöpfen wollte, daß die Pfähle unter dem Stirnpfeiler abgeſchnitten werden konnten, ſo ſah man, daß ſich an jedem derſelben eine ziemlich ſtarke Quelle gebildet hatte. Man glaubte, dieſe Erſcheinung einer Lage von ſteinigem Boden zuſchreiben zu müſſen, welche durch den Stoß der Rammbäre gebrochen war, da natürlich ein ſolcher Bruch es dem Waſſer, welches unter dieſer Lage vorkam, leicht machen mußte, ſich lang an den Pfählen heraufzuziehen.

Um dieſem letztern nachtheiligen Umſtande entgegenzuarbeiten, wurde ein durch Menſchen in Bewegung geſetztes Schöpfrad angebracht, und 20 Schiffer zum Schöpfen mit Eimern angeſtellt. Die Stelle, welche der Stirnpfeiler einnahm, wurde durch mehrere kleine Fangedämme in verſchiedene einzelne Theile getheilt, wobei die ſtärkſten Quellen in den letzten zu liegen kamen. Indem nun zugleich alle übrigen Maſchinen in Gang gebracht wurden, ſo brachte man es ſo weit, den Schlamm zwiſchen den Pfählen bis auf den feſten Boden herauszubringen, und die Pfähle, Abtheilung für Abtheilung, 5 Fuß 9 Zoll tief unter dem kleinſten Waſſer abzuſchneiden. Die, welche wegen der größern Reichhaltigkeit der Quellen bis zuletzt zurückgelaſſen waren, wurden ſogar unter dem Waſſer abgeſchnitten.

So wie die Pfähle abgeſchnitten wurden, wurden auch die Roſtſchwellen gelegt. Um die Anfertigung des Mauerwerks in den einzelnen Abtheilungen des Roſtes und die Aufbringung des Belags zu erleichtern, mußte der Raum um den Stirnpfeiler von dem um den Mittelpfeiler durch einen kleinen Fangedamm bei dem letztern und mit der

Digitized by Google

äußern Stirnfläche deſſelben gleichlaufend getrennt werden. Dieſer Fangedamm beſtand aus Pfählen und Bohlen, die mit dem Schlägel eingetrieben wurden. Darauf wurden 2 große Rinnen gelegt, und 40 Arbeiter goſſen in dieſe unausgeſetzt Waſſer mit Eimern, um daſſelbe in den Strom zu ſchaffen. Dies, verbunden mit dem Schöpfrade, woran 12 Mann arbeiteten, und der Vorſicht, deren man ſich bediente, die ſtärkſten Quellen mit ungelöſchtem Kalk, Säcken voll Mörtel, und Bruchſteinen, die bis mit der Oberkante des Roſts gleich hoch aufgepackt wurden, zu verſtopfen, machten es möglich, das Grundwerk fertig zu ſchaffen, und in 2 Tagen die erſte Schicht Quadern von 20 Zoll Höhe zu verſetzen. Dieſe wurde zugleich mit Bruchſteinen ausgeglichen, womit man am 9ten September zu Stande kam. Die Oberfläche dieſer Schicht ging 2 Zoll über die Höhe, bis zu welcher das Waſſer mit den gewöhnlichen Maſchinen und ohne die Handeimer ausgeſchöpft werden konnte.

Während die Pfähle des Stirnpfeilers eingerammt wurden, wurde ein kleiner 2 Fuß ſtarker Fangedamm um den Mittelpfeiler angelegt, und mit Hülfe einer Archimediſchen Waſſerſchnecke und durch unausgeſetztes Ausſchöpfen mit Eimern gelang es, den Sand auf der Stelle dieſes Pfeilers 5 Fuß tief herauszubringen und alle Grundpfähle einzurammen, welches am 6ten September zu Stande kam. Dieſe Arbeit blieb hernach liegen, um alle Arbeiter an den Stirnpfeiler nehmen zu können, da ſich, wie ſchon geſagt, hier ſo viele Schwierigkeiten beim Aufbringen der Schwellen und des Belags gefunden hatten, und wurde erſt dann wieder angefangen, als die erſte Schicht Quadern im Stirnpfeiler verſetzt war.

Auf der Stelle, welche dies Grundwerk einnehmen ſollte, fand ſich nur eine Quelle, drei Fuß jenſeits des Vordertheils. Man ſchloß dieſelbe in Kufen ein, in welche man eine große Menge ungelöſchten Kalk ſchüttete, wodurch ſie faſt ganz verſtopft, und es möglich wurde, mit dem Grundwerk noch einen Fuß tiefer zu gehen, als beim Stirnpfeiler, und die Pfähle mit dem feſten Boden gleich hoch, 6 Fuß 2 Zoll unter dem niedrigſten Waſſerſtande, abzuſchneiden.

Die Schwellen und der hölzerne Belag waren in 8 Tagen aufgebracht, und am 15ten September wurde mit dem Verſetzen der erſten Schicht der Anfang gemacht. Dieſe Schicht war 1 Fuß hoch, darauf wurde eine 20 Zoll hohe Schicht verſetzt, um mit der Oberkante der zugehörigen Schicht im Stirnpfeiler in die Waage zu kommen.

Hierauf wurde mit dem Verſetzen der Steinſchichten im Stirn- und Mittelpfeiler zugleich fortgefahren, bis man damit über den gewöhnlichen kleinen Waſſerſtand im

Digitized by Google

Strome gekommen war. Man ließ, so wie man mit dem Mauerwerk in die Höhe kam, die Scheibenkünste eingehen. In den ersten Tagen des Octobers waren nur noch 6 im Gange, und am 5ten dieses Monats hörte das Wasserschöpfen ganz auf.

Hierauf wurden die Maschinen, Geräthe, Nothbrücken und Gerüste weggeschafft, und die Fangedämme eingenommen, von denen das Holz großentheils zu denen, welche in der nächstfolgenden Bauzeit angelegt werden mußten, gebraucht werden sollte.

1752.

Während dieser Bauzeit wurde der zweite, dritte und vierte Mittelpfeiler gegründet, wozu ein Fangedamm um den zweiten und dritten Pfeiler angelegt war, der mit jedem Ende sich an die Insel Lamotte anschloß; alles, wie man dies Tafel 29. sieht, auf welcher die Quellen, die Maschinen, die Nothbrücken und die Gerüste dargestellt sind.

Nachdem mit 25 Scheibenkünsten und einem Schaufelwerk, welches durch den Strom in Bewegung gesetzt wurde, die Ausschöpfung des von dem Fangedamm um den zweiten und dritten Mittelpfeiler eingeschlossenen Raumes angefangen, und ein kleiner, in sich geschlossener, Fangedamm um den zweiten Mittelpfeiler angelegt worden war, zeigten sich 4 Quellen. Die erste dicht an diesem kleinern Fangedamm wurde in eine Kufe eingeschlossen, um welche man in $2\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung kleine Pfähle und Spundbohlen geschlagen hatte. Der Zwischenraum wurde mit Thon ausgefüllt. Die 3 übrigen Quellen begnügte man sich durch Erdaufwürfe einzuschließen. Es zeigte sich auch eine fünfte Quelle mitten in der Stelle, welche der zweite Pfeiler einnehmen sollte. Man brachte um dieselbe ebenfalls eine Kufe wie um die erste ein, aber anstatt um diese wieder Pfähle zu schlagen, legte man eine Art von Auszimmerung mit verbrochenen Ecken an, und füllte den Raum zwischen dieser und der Kufe mit Thon aus. Diese Vorsichtsmaaßregel reichte hin, um die Quelle zu fassen; allein es entstand daraus eine große Beschränkung bei Gründung dieses Pfeilers. Man mußte dieselbe nämlich in drei einzelnen Stücken vornehmen, und deshalb erst den untern, dann den obern, und dann erst den mittlern Theil machen *).

*) Als der Kaiser Joseph der Zweite am 1sten Mai 1777 bei dem verstorbenen Herrn Trudaine die gestochene Platte, auf welcher diese Quelle vorgestellt ist, gesehen hatte, so erwähnte er einer ähnlichen Quelle, die in der Mitte eines Pfeilers höher als die Brücke selbst gestiegen sei, und daselbst einen stets vollen Brunnen gebildet habe. Wahrscheinlich kam diese Quelle von einer höher liegenden Stelle in der Nähe der Brücke.

Digitized by Google

Am 27sten Julius fing man an, die Grundpfähle einzurammen, und war am 8ten August damit zu Stande. Diese Pfähle gingen auf der untern Seite, auf welcher angefangen wurde, 10, 12 bis 15 Fuß tief in das Erdreich, und auf der andern sogar bis zu 27 Fuß Tiefe.

Um den Vordertheil dieses Pfeilers wurden Spundbohlen geschlagen, welche $7\frac{1}{2}$ Fuß lang, 4 Zoll stark und mit 10 Pfund schweren Schuhen versehen waren.

Während die Pfähle eingerammt wurden, nahmen die Quellen so zu, daß man einen kleinen Fangedamm um diesen Pfeiler, und einen Neben-Fangedamm auf der innern Seite des Theils des großen um beide Pfeiler machen mußte, der dem Strom und dem Stoß des Wassers ausgesetzt war. Hierdurch, und durch Ausschöpfen des Wassers mit Eimern, war man am 9ten August im Stande, mit dem Aufbringen der Schwellen und des Belags auf den ersten Theil dieses Grundwerks den Anfang zu machen. Der erste Stein wurde am 17ten Morgens gelegt. Am 24sten und 25sten wurden im 2ten Theile die Pfähle 7 Fuß 8 Zoll unter dem kleinsten Wasserstande abgeschnitten und der Belag aufgebracht. Tags darauf wurde die Mauerarbeit in diesem Theile angefangen.

Aus der Quelle in der Mitte dieses Pfeilers kam eine so große Menge Wasser, daß, obgleich alle Maschinen gingen, noch 150 Soldaten, als so viel nur stehen konnten, Wasser mit Eimern schöpfen mußten. Sie wurden Tag und Nacht abgelöst, und durch Branntwein, der ihnen gereicht wurde, ermuthigt. Ungeachtet aller dieser Anstrengungen, konnte das Wasser in diesem Theile doch nur 6 Zoll unter die Oberkante der ersten Schicht von 20 Zoll Höhe, welche zu dieser Zeit auf beiden Enden des Pfeilers versetzt war, gesenkt werden. Mit kleinen beweglichen Fangedämmen um die Grundpfähle von mit Erde angefüllten Säcken hat man es dahin gebracht, daß fast alle Grundpfähle haben abgeschnitten, an die äußern Zapfen angeschnitten, und auf dieselben Holme haben gelegt werden können; nur einige Pfähle sind 5 bis 6 Zoll tief unter Wasser mit einer umgebogenen Säge abgeschnitten worden. Hierauf wurden die Schwellen und der Belag aufgebracht, und, um die Quelle so viel als möglich zu verstopfen, ungelöschter Kalk, guter Mörtel, Bruchsteine, rauhe Werkstücke und Quadern, die man in Cement mit der ersten Schicht gleich hoch versetzte, eingeworfen, womit man am 30sten August zu Stande kam.

In der Nacht vom 7ten bis zum 8ten September wurde angefangen, mit 2 und hernach mit 4 Rammen die Grundpfähle zum 3ten Mittelpfeiler einzuschlagen. Da ei-

ner

ner dieser Pfähle einer Quelle Luft gemacht hatte, so wurde mit dem Rammen aufgehört, und rund um den Pfahl ein 15 Linien tiefer Einschnitt in denselben, so nahe als möglich an dem Erdreich gemacht. In diesen Einschnitt wurde neue Leinwand, die mit hanfenem Werk und Moos ausgestopft war, um eine Art von Wulst zu bilden, genagelt, und dann der Pfahl tiefer eingeschlagen; allein da dies Mittel der Erwartung nicht entsprach und die Quelle keineswegs verstopfte, so bediente man sich desselben in ähnlichen Fällen nicht weiter.

Die Grundpfähle am untern Ende zogen nur bis auf 10 und 12 Fuß, während fünf andere 22 bis 25 Fuß tief eindrangen, weshalb einige derselben gepfropft, neben andere aber, die verloren gegangen, d. h. mit dem Ende nicht auf festen Boden zu stehen gekommen waren, neue geschlagen werden mußten. Bei dieser Ungleichheit der Länge der Grundpfähle konnten täglich sechs von der kürzern Art, dagegen aber nur drei von der andern, mit einer Ramme eingeschlagen werden.

Die Spundbohlen um diesen dritten Pfeiler waren $7\frac{1}{2}$ Fuß lang, 4 Zoll stark, und jede unten mit einem 10 Pfund schweren Schuh beschlagen.

Am 15ten September wurden die Pfähle 6 Fuß 2 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande abzuschneiden angefangen, und diese Arbeit am 18ten beendigt.

Um die Pfähle 6 Fuß 2 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande, oder dem untersten Absatz, abschneiden zu können, mußte, außerdem daß 24 Scheibenkünste im Gange waren und 30 Mann mit Eimern schöpften, noch eine Maschine angebracht werden, die zwei Schaufelwerke zugleich in Bewegung setzte. Selbige wurde mit 12 Pferden getrieben, die alle 2 Stunden abgelöst wurden, also überhaupt mit 36 Pferden.

Nachdem die Schwellen und der Belag aufgebracht waren, wurde am 21sten mit dem Versetzen der ersten Schicht Quadersteine angefangen. Am 28sten September war das Mauerwerk bis zur Höhe des gewöhnlichen niedrigen Wasserstandes aufgeführt, worauf mit dem Ausschöpfen aufgehört wurde.

Während man mit diesem Ausschöpfen beschäftigt war, wurden die Soldaten an den Scheibenkünsten nachlässig, da der Tag, an welchem sie abmarschiren sollten, herannahete. Da dies dem Fortgange der Arbeiten, bei der schon so weit vorgerückten Jahreszeit, zu nachtheilig wurde, so sahe man sich genöthigt, 400 Tagelöhner aus den benachbarten Kirchspielen zu bestellen. Diese kamen am 8ten September nach Orleans; die stärksten darunter wurden bis zum 19ten desselben bei den Scheibenkünsten gebraucht,

wo die Soldaten vom Orleansſchen Regiment, welches das von Chartres ablöſen ſollte, zu dieſer Arbeit angeſtellt wurden. Indeſſen wurde ein Theil jener Bauern zu den in dieſer Bauzeit noch zu beendigenden Arbeiten behalten.

Da der vierte Pfeiler auf die Inſel Lamotte zu ſtehen kam, ſo begnügte man ſich, einen kleinen Fangedamm am Ufer derſelben, mit dem Pfeiler gleichlaufend, und näher am Pfeiler einen Neben-Fangedamm zu bauen, und daſelbſt die hydrauliſchen Maſchinen anzubringen, von denen hernach die Rede ſein wird. Man brachte es dahin, daß die Pfähle zu dieſem Pfeiler vom 14ten bis zum 18ten September geſchlagen wurden, an welchem letzteren Tage das Abſchneiden der Pfähle unter dem dritten Pfeiler beendigt wurde.

Dieſe Pfähle gingen ziemlich gleichförmig von 8 bis 11 Fuß tief in die Erde. Mit einer Ramme wurden täglich 7, 8, 9, ſelbſt bis 11 Stück eingeſchlagen, da der Boden ſo günſtig war. Es war beſtimmt worden, daß ſo lange gerammt werden ſollte, bis der Pfahl auf eine Hitze von 30 Schlägen nur noch 4 Linien zöge. Für jeden Pfahl einzurammen, wurden 6 Livres bezahlt, und eben ſo viel Zulage erhielt jede Ramme, die mehr als 6 Pfähle in einem Tage eingerammt hatte.

Die Spundbohlen, welche um dieſen und die folgenden 4 Pfeiler eingerammt wurden, waren 12 Fuß lang, 4 Zoll dick, und mit 10 Pfund ſchweren Schuhen beſchlagen.

Am 28ſten September wurde der Anfang gemacht, die Pfähle dieſes 4ten Pfeilers 7 Fuß 8 Zoll unter dem letzten Abſatz oder dem Sommerwaſſer tief abzuſchneiden, alſo 18 Zoll tiefer, als die unter dem dritten Pfeiler, und eben ſo tief, als die unter dem zweiten.

Als man mit dieſem Abſchneiden anfing, reichten 8 Scheibenkünſte und eine Kippſchaufel hin, um das Waſſer in niedrigem Stande zu erhalten, während zugleich mit allen übrigen Maſchinen am dritten Pfeiler geſchöpft wurde; allein ſobald die erſte Schicht des dritten Pfeilers verſetzt war, d. h. in der Nacht von Sonntag am 24ſten September zum Montag, ließ man 12 von den 24 Scheibenkünſten und nach und nach auch andre Maſchinen eingehen, ſo wie das Mauerwerk in die Höhe kam. Am 28ſten deſſelben Monats Abends um 7 Uhr hörte das Waſſerſchöpfen ganz auf, als die dritte Schicht, welche bis zum gewöhnlichen Waſſerſtande reichte, verſetzt war.

Da das Waſſer hierauf in dem Raume um den dritten Pfeiler beinahe ſo hoch als im Strome geſtiegen war, ſo verurſachte der Druck, der hieraus auf der Seite

Digitized by Google

nach dem vierten Pfeiler zu entstand, bei welchem immer noch geschöpft wurde, daß das Wasser am 27sten September in beträchtlicher Stärke durch das sandige Erdreich der Insel Lamotte brach, welches zwischen beiden Pfeilern lag. Wegen dieses Vorfalls glaubte man anfänglich nicht, die Arbeiten am vierten Pfeiler fortsetzen zu können, weil es nicht wohl möglich war, das durchströmende Wasser durch einen Fangedamm von gewöhnlicher Bauart aufzuhalten. Anstatt mit einem solchen, wurde die Oeffnung mit Erdsäcken, die durch Pfähle festgehalten wurden, zugestopft. Beim Wasserschöpfen wurden noch 80 Menschen mehr mit Handeimern angestellt, wodurch, zusammen mit 8 Scheibenkünsten und einem Schöpfrade, welches 24 Mann in Bewegung setzten, das Wasser so weit gesenkt wurde, daß die Pfähle abgeschnitten werden konnten. Am 30sten September wurden die Rostschwellen gelegt, und die Zwischenräume zwischen den Köpfen der Grundpfähle und den Schwellen 18 Zoll tief ausgemauert. Der Belag wurde bei Licht aufgebracht, um keine Zeit zu verlieren, da man fürchten mußte, daß von der Seite der Insel Lamotte her Sand nachstürzen könnte, was der Arbeit sehr nachtheilig geworden sein würde. Hieran, und beim Abschneiden der Pfähle, arbeiteten 8 Zimmerleute, und außerdem noch 24 Mann beim Ausheben des Sandes zwischen den Pfählen, so weit die Ausmauerung kommen sollte.

Hierauf wurden die Quaderschichten bis zum gewöhnlichen kleinen Wasserstande versetzt. Das Wasserschöpfen mit Eimern und Maschinen hörte zugleich nach und nach auf, und wurde am 9ten October ganz eingestellt.

In der noch übrigen Zeit bis zu Ende des Jahres wurden die Maschinen, Geräthschaften, Gerüste und Fangedämme weggeschafft, und alle Arten Vorräthe für das folgende angeschafft.

Zu Ende des Jahres hatte man noch einen Fangedamm um den fünften und sechsten Mittelpfeiler, der sich mit 2 Enden an die Insel Lamotte anschloß, erbaut. Dieser war 12 Fuß zwischen den Spundbohlen breit, und 6 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande hoch. In den, den Stromstrich schneidenden Theilen hatte man große Oeffnungen gelassen, durch welche das Wasser im Winter gehen sollte, und auch einen kleinen, 3 Fuß starken Fangedamm auf dem Ufer der Insel Lamotte beibehalten, welcher mit zur Umdämmung des 4ten Pfeilers angelegt worden war. (Man sehe Tafel 30.)

1753.

In der Bauzeit dieses Jahres wurde, wie man sich vorgenommen hatte, der 5te und 6te Mittelpfeiler, und der Stirnpfeiler auf der Seite nach der Vorstadt zu, gegründet. (S. Taf. 30.) Zuerst wurden die Flügel des großen Fangedammes, die man offen gelassen hatte, damit das Wasser während des Winters durch denselben gehen könnte, fertig gemacht, und am 13ten Junius wurden kleine, 7 bis 8 Fuß lange, 7 bis 8 Zoll starke Pfähle auf der Stelle, die der 5te Pfeiler einnehmen sollte, zu einem Gerüste eingeschlagen, worauf zwei Baggermaschinen, nach Art von Kastenkünsten, deren man sich schon im vorigen Jahre bedient hatte, zu stehen kommen sollten. Man fing mit diesen Maschinen am 16ten an zu baggern; an jeder arbeiteten 6 Mann, die täglich ohngefähr 1½ Cubiktoisen hoben, wobei die ganze Arbeit 3 Wochen dauerte.

Während dieser Zeit wurde eine dritte Baggermaschine vor der innern Seite des gegen den Strom liegenden Fangedamms angelegt, um daselbst die Sümpfe zu den Scheibenkünsten und Schaufelwerken auszutiefen. Auch wurde am 13ten Julius auf diesem Fangedamm die Roßkunst und die Bahn derselben, durch welche die zwei Schaufelwerke getrieben werden sollten, eingerichtet. Als, durch diese zwei Schaufelwerke allein, das Wasser in dem vom Fangedamm eingeschlossenen Raume 18 Zoll unter den niedrigsten Sommerwasserstand gesenkt war, entdeckte man mehrere Quellen, die sich dadurch bemerkbar machten, daß Erdtheilchen sich bis zur Oberfläche des Wassers erhoben. Mehrere von diesen Quellen lagen da, wo der 5te Pfeiler hin zu stehen kommen sollte, und die beträchtlichste derselben lag bei dem Vordertheile des sechsten Pfeilers. Ein 15 Fuß langer Bohrer ließ sich ohne Hinderniß hinein stoßen, und da man fürchten mußte, daß sie viel Wasser geben würde, so wurde sie in einen 4 Fuß starken Neben-Fangedamm eingeschlossen, welcher von kleinen, 6 bis 7 Fuß langen, 6 Zoll im Durchmesser starken Pfählen und zwei Reihen Spundbohlen, die man sämmtlich mit dem Schlägel eintrieb, angelegt und mit Thon ausgefüllt wurde, womit man am 25sten zu Stande kam. Das Wasser stieg im innern Raume desselben, so wie man den Kasten mit Erde ausfüllte, und blieb 4 bis 5 Zoll unter dem Wasserspiegel des Stroms stehen, woraus hervorging, daß die Quelle nicht geradezu mit dem letztern in Verbindung stand, und daß dieselbe, wie die meisten andern Quellen, aus der Vereinigung mehrerer gewundenen Wasserfaden bestehe, deren Reibung im Sande oder anderem Erdreich ihre Geschwindigkeit verzögerte.

Digitized by Google

Am 18ten Mittags wurden 22, 15 bis 18 Fuß hohe, 5 Zoll weit gebohrte Scheibenkünste in Gang gebracht. Man sah sich genöthigt, die zwei höchsten eingehen zu lassen, da bei der geringen Tiefe, die man dem Sumpf derselben hatte geben können, die Wassersäule, welche die Arbeiter zu erhalten hatten, um sie fortwährend nach der obern Ausmündung zu bewegen, zu hoch war.

Mit allen diesen Maschinen hatte man nach 24 Stunden das Wasser nur 2 Fuß unter den Wasserspiegel im Strom senken können, der zu dieser Zeit gerade 6 Zoll niedriger lag, als der, den man für den kleinsten angenommen hatte. Am 19ten Mittags mußte das Ausschöpfen aufhören, und man entschloß sich, einen kleinen Fangedamm anzulegen, um den Raum um den 5ten Pfeiler, wo sich die Sümpfe von 24 Scheibenkünsten befanden, von wo, wie dies gewöhnlich der Fall ist, die stärksten Quellen kamen, von dem Raume um den 6ten Pfeiler abzuschneiden. Es wurde bestimmt, daß die Arbeiter bei diesem letztern angestellt werden sollten, da die Gründung desselben mit weniger Schwierigkeiten verbunden war, und weil man mittelst Sonden gefunden hatte, daß der feste Boden nur ohngefähr 5 Fuß unter dem Sommerwasserstande lag, und über den erstern nur 2 Fuß hoch Sand weggeschafft werden mußte. Es ließ sich erwarten, daß nach Erbauung dieses sechsten Pfeilers, und des kleinen Fangedamms, der ihn von dem fünften abschneiden sollte, das Wasserschöpfen bei der Gründung dieses letztern leichter sein würde.

Am 18ten und 19ten Julius wurde dieser Sand mit Handbaggern gehoben, und nachdem der Pfeiler abgesteckt worden war, Zeichenpfähle eingesetzt, um die Stelle jedes Grundpfahls zu bezeichnen. Zugleich wurde um diesen Pfeiler ein Neben-Fangedamm von 3 Fuß Stärke angelegt, der aber nur 1 Fuß über den kleinsten Wasserstand reichte, damit der von demselben eingeschlossene Raum leichter mit der Hand ausgeschöpft werden konnte, womit am 20sten Julius der Anfang gemacht wurde. Die Pfähle waren 6 bis 7 Fuß lang und 6 bis 7 Zoll stark.

An demselben Tage, also am 20sten Julius, wurde angefangen, Grundpfähle mit Rammen zu schlagen, deren Bäre ohngefähr 800 Pfund schwer waren. An jeder Ramme arbeiteten 24 Mann, und ein Zimmermann und ein Schiffer als Pfahlmeister. Diese letztern brachten die Pfähle vor die Ramme, erhielten dieselben in gehöriger Richtung, und stellten die Ramme her, wenn etwas daran fehlte. Das Rammen ging Tag und Nacht fort. Der Soldat erhielt täglich 21 Sous, und eben so viel für jede Nacht. Die Pfähle waren 12 bis 15 Fuß lang, und drangen ziemlich gleichförmig 10 bis 11 Fuß

Digitized by Google

tief ein. In 24 Stunden wurden immer 9 bis 10 Pfähle eingerammt. Die Bäre wurden gewöhnlich 4 Fuß hoch gezogen; auf jede Hitze rechnete man 25 Schläge, und hörte jedesmahl nur dann auf zu rammen, wenn der Pfahl auf eine Hitze nicht mehr als 2 bis 3 Linien zog.

Die 202 Grundpfähle zu diesem Pfeiler waren am 29sten Julius sämmtlich eingerammt, und an demselben Tage wurden die Spundbohlen zwischen die äußersten Pfähle geschlagen, welche verhüten sollten, daß das Mauerwerk des Pfeilers nicht unterwaschen werde. Am 30sten wurde der Neben-Fangedamm um den Pfeiler beendigt, und am 31sten der ganze Raum in 2 Stunden durch 24 Soldaten mit Handeimern ausgeschöpft. 4 Mann reichten hernach hin, um das Wasser zum Abschneiden der Pfähle niedrig genug zu erhalten.

Die Pfähle wurden 5 Fuß 6 Zoll unter dem kleinsten Wasserstande abgeschnitten, weshalb hier die oberste feste Erde an mehrern Stellen auf ohngefähr 6 Zoll abgegraben werden mußte, um die Oberfläche derselben zu ebenen.

Um aus dem von dem großen Fangedamm eingeschlossenen Raume das Wasser wegzuschaffen, welches in denselben über den kleinen Fangedamm um den Pfeiler gegossen wurde, wurden zwei Scheibenkünste gebraucht.

Zu derselben Zeit wurde ein von dem Erfinder der oben erwähnten Kastenkunst, Hrn. Lonce, erfundenes Schaufelwerk probirt, worin derselbe ziemlich sinnreich die Kette seiner Baggermaschine und die Schaufeln des Schaufelwerks mit einander verbunden hat. Die Schaufeln waren 6 Zoll im Quadrat groß, und 10 Soldaten, die an 2 Kurbeln arbeiteten, hoben das Wasser auf 10 Fuß senkrechte Höhe. Anfänglich ging es gut mit dieser Maschine; allein man wird hernach sehen, welche Nachtheile dieselbe hatte, weshalb sie nicht fortgebraucht werden konnte.

Am ersten August fing man an, die Holme der Spundwände und die Roststhwellen aufzulegen. Dies wurde am 4ten September Mittags fertig, und zu gleicher Zeit die 18 Zoll tiefe Ausmauerung des Rostes. Die Belagbohlen wurden am 5ten aufgebracht, und hernach die ersten 3 Quaderschichten, die erste 20 Zoll, die zweite 18 Zoll und die dritte 16 Zoll hoch, um bis zum kleinsten Wasserstande zu kommen. Diese Schichten sowohl, als die 6 folgenden Schichten der Vordertheile der Pfeiler, wurden mit Mörtel von Kalk und Cement vergossen und verstrichen, während zu den andern Pfeilern nur Kalk und Sand genommen worden war. Erst am 20sten September kam dieser Pfeiler bis zur Höhe der andern, da die Arbeiter

davon weg und an den fünften Pfeiler hatten genommen werden müssen, von dem nun die Rede sein wird.

Während an diesen Pfeilern gearbeitet wurde, war auch der Fangedamm um den zweiten Stirnpfeiler, der, wie gesagt, auch in dieser Bauzeit aufgeführt werden sollte, angelegt worden. (Man sehe gleichfalls Taf. 30.)

Die Gründung des fünften Pfeilers war schon mit so vielen Schwierigkeiten verbunden gewesen, daß man nicht vorsichtig genug sein konnte, um die noch zu befürchtenden zu überwinden. Zuvörderst wurde der kleine, 4 Fuß starke, 6 Zoll über dem Sommerwasserstande hohe Fangedamm, der am 20sten Julius neben dem 6ten Pfeiler angefangen worden war, vollendet. Dieser machte auf der stromaufwärts liegenden Seite einen Winkel, um auch die Sümpfe von der Roßkunst, von 10 Scheibenkünsten und von Hrn. Lonce's Schaufelwerk mit einzuschließen. Auf der andern Seite war der Raum, auf dem dieser Pfeiler stand, durch den vorerwähnten kleinen Fangedamm geschlossen.

Die Sümpfe wurden ausgebaggert und ein Gerüste errichtet, auf welches noch 8 Scheibenkünste am Vordertheile des Pfeilers zu stehen kommen sollten. Diese Scheibenkünste waren 8 Fuß hoch und 6 Zoll im Durchmesser weit. Da mit denselben das Wasser nicht, wie mit den andern, über den großen Fangedamm weggehoben werden konnte, so ließ man die Rinne, in welche sie ausgossen, 18 Zoll über dem kleinsten Wasserstande durch diesen Fangedamm gehen, indem man hoffte, mit dem Wasserschöpfen vor Eintritt des großen Wassers fertig zu werden. Auch ließ man durch die Breite des Neben-Fangedamms auf der stromaufwärts liegenden Seite einen kleinen Abfluß. Der Boden desselben lag etwas unter der Oberkante des Neben-Fangedamms um den 6ten Pfeiler, damit das Wasser hier nicht übersteigen und durch seinen Fall gegen den 5ten Pfeiler schädlich werden konnte.

Man ließ das Wasser in dem Theile des großen Fangedamms, jenseit des Neben-Fangedamms um den fünften Pfeiler, in der Hoffnung steigen, daß dadurch die Quellen weniger Wasser geben würden, zumahl die in den Sümpfen der hydraulischen Maschinen, welche in diesen Raum gesetzt worden und die stärksten waren. In der That ging auch, als das Wasser 18 Zoll hoch gestiegen war, alles durch den kleinen vorerwähnten Abfluß, aber in so geringer Menge, daß dasselbe mit einer einzigen Scheibenkunst herausgeschafft werden konnte.

Digitized by Google

Es hätte indeſſen auch der Fall ſein können, daß der größere Druck des höher ſtehenden Waſſers neue Durchgänge nach dem niedrigern Theile gebildet und ſo die Schwierigkeiten beim Ausſchöpfen vermehrt hätte. Davon hatte man beim vierten Pfeiler ein Beiſpiel gehabt, als man das Waſſer um den dritten ſteigen ließ. Man hatte ſogar nicht einmahl Vortheil von dem zwiſchen den beiden Pfeilern liegenden Theile der Inſel Lamotte, weil das Erdreich ſandig war und man hier keinen Fangedamm angelegt hatte. Der um den oben genannten 5ten Pfeiler hat dieſen indeſſen gegen einen ſolchen Nachtheil geſchützt, woraus man ſehen kann, daß Mittel, die unter gewiſſen Umſtänden nicht vortheilhaft geweſen wären, es unter andern wohl ſein können.

Am 8ten Auguſt Mittags wurde der Raum um den 5ten Pfeiler mit 8 kleinen neuen und 8 größern Scheibenkünſten, dem Schaufelwerk von Hrn. Lonce, und der Roßkunſt, die immer im Gange geblieben war, auszuſchöpfen angefangen. Ungeachtet aller dieſer Maſchinen, ſenkte ſich das Waſſer vor Abends nur um 15 Zoll, und blieb auch hernach in dieſer Höhe ſtehen.

Am 10ten deſſelben Monats wurde, nachdem die Lage des Pfeilers angegeben und kleine Pfähle eingeſteckt worden waren, um die Stelle jedes Grundpfahls zu beſtimmen, mit dem Einrammen der letztern der Anfang gemacht.

Das Erdreich fand ſich ungleich und hatte geringen Zuſammenhang, beſtand abwechſelnd aus Lagen von Schlamm, Sand und feſtem Boden, alles in Schichten, die in verſchiedenen Tiefen Abſätze bildeten. Man hatte ſich von dieſer Beſchaffenheit des Bodens durch Bohren überzeugt, und ſie beſtätigte ſich auch beim Einrammen der Pfähle; denn nachdem die Bohrer durch die erſte, etwa 8 Fuß unter dem kleinſten Waſſerſtande liegende Lage feſter Erde gegangen waren, und größtentheils in derſelben nicht recht hatten ziehen wollen, gingen ſie wieder leicht durch ein weniger feſtes Terrain, kamen dann wieder in feſtern und hierauf wieder in lockrern Boden, ohne jemahls einen feſten Stand zu erhalten. Um dieſen zu erreichen, mußten mehrere Pfähle zwei auch drei Mahl gepfropft werden, und gingen 24, 30, 36 bis 46 Fuß tief in die Erde. Der Pfahl unter der Spitze des Vordertheils des Pfeilers ging nur 7 Fuß in den feſten Boden; andre unter demſelben Vordertheil bis 15 Fuß unter die Oberfläche dieſer erſten feſten Lage. Noch andre gingen im Grunde ganz verloren, ſo daß noch welche daneben geſchlagen werden mußten. Einige, die durch den feſten Boden gegangen waren, und nicht mehr ziehen zu wollen ſchienen, zogen hernach 2 bis 3 Fuß auf jede Hitze, kamen

dann

dann wieder auf eine Lage festen Boden zu stehen, durch welchen einige nicht, andre aber ganz gingen, so daß sie sich hernach gänzlich verloren. Es ist nichts versäumt worden, um so unangenehme und nachtheilige Umstände unschädlich zu machen, indem man die geringe Festigkeit des Bodens durch längere und mehrere Pfähle, die an allen Orten, wo es nöthig war, geschlagen wurden, zu ersetzen suchte. Bei nicht gepfropften Pfählen wurde mit dem Rammen nicht eher aufgehört, als bis sie auf jede Hitze von 30 Schlägen nur noch 2 bis 3 Linien zogen, und bei gepfropften durften dieselben nicht mehr als eine bis zwei Linien ziehen. Die verloren gegangenen Pfähle zogen $1\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll auf die Hitze, und einer zog sogar regelmäßig 12 Zoll. Alle Pfähle dieser Art wurden als nicht vorhanden angesehen, so auch die, welche wegen der Höhe des Wassers nicht gepfropft werden konnten.

Während des Einrammens der Pfähle wurde, um dieselben besser abschneiden zu können, für nöthig gefunden, noch ein Stück Neben-Fangedamm, mit dem Vordertheil des Pfeilers gleich, anzulegen, um die starken Quellen in den Sümpfen der äußern Maschinen von diesem Pfeiler abzuhalten. Zugleich wurde ein Gerüste auf der innern Seite des kleinen mit dem Pfeiler gleichlaufenden Fangedamms angelegt, um darauf 6 Scheibenkünste von nur 6 Fuß Höhe zu stellen, deren Rinne durch den großen Fangedamm gelegt wurde. Auch am Hintertheile dieses Pfeilers fanden sich mehrere Quellen. Die größten derselben wurden mit Kufen eingefaßt, um welche jedoch von außen nur mit Lehm gefüllte Säcke gelegt wurden. Der Damm, den diese Säcke bildeten, wurde um 1 Fuß erhöht, wodurch man das Wasser in demselben eben so hoch erhielt und den Zufluß aus den Quellen verminderte. Was diese noch außerdem an Wasser mehr gaben, ging über diesen kleinen Damm weg.

Gegen 6 neue kleine Scheibenkünste, die im innern Raume des Fangedamms um den Mittelpfeiler angebracht wurden, gingen 8 große Scheibenkünste, welche außerhalb dieses Fangedamms stromaufwärts von demselben standen, ein. Mit diesen 6 kleinen Scheibenkünsten wurde das Wasser in den ersten 4 Stunden um 18 Zoll gesenkt und in der übrigen Zeit des Tages in dieser Höhe erhalten. Allein während der Nacht stieg das Wasser wie gewöhnlich, weil die Arbeiter nachlässiger wurden. Der Strom wuchs in der Nacht, und hierdurch stieg das Wasser im Innern des Fangedamms so, daß man fürchten mußte, die Arbeit am Pfeiler nicht fortsetzen zu können. Deshalb wurde den Soldaten Zulage versprochen; die Scheibenkünste wurden mit mehr Geschwindigkeit getrieben, und außerdem mußten 24 Soldaten, die, wie die an den Scheibenkünsten, alle

2 Stunden abgelöst wurden und Tag und Nacht fortarbeiteten, den innern Raum des Fangedamms mit Eimern ausschöpfen. Es gelang, das Wasser so tief zu erhalten, daß am 29sten mit dem Abschneiden der Pfähle fortgefahren werden konnte. Dies geschah 5 Fuß 11 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande und ohngefähr 2 Fuß über dem festen Boden. Am 30sten fing man an, den Holm und die Schwellen des Vordertheils aufzulegen; der auf dem festen Boden liegende Schlamm wurde mit Handbaggern und Körben herausgeschafft, und zugleich der Raum zwischen den Köpfen der Pfähle und der Oberkante der Rostschwellen bis auf den festen Boden mit Mauerwerk, rauhen Werkstücken und Bruchsteinen ausgefüllt. Zugleich wurden die Pfähle unter dem Hintertheile des Pfeilers, und die Spundbohlen zwischen den äußern Pfählen eingeschlagen. Am 3ten, 4ten und 5ten September wurden die Schwellen und der Holzbelag vollends aufgebracht. Am letztern Tage wurde das nach Hrn. Lonce's Angabe angefertigte Schaufelwerk weggelassen, und an dessen Stelle ein solches mit rund ausgebohrter Röhre angebracht. Man entschloß sich zu dieser Veränderung, weil die Schaufeln, welche, um nicht so leicht zu zerbrechen, mit Blech beschlagen worden waren, und sich übrigens leicht warfen, auch durch die Reibung den Wasserkasten, in welchem sie umgingen, so abgenutzt hatten, daß dies Schaufelwerk gar kein Wasser mehr gab.

Am 5ten, 6ten und 7ten desselben Monats wurde die erste 20 Zoll hohe Schicht Steine versetzt und abgeglichen. Tags darauf wurde der kleine Fangedamm, der den Raum um den Pfeiler und den, in welchem die Sümpfe der Roßkunst lagen, trennte, geöffnet, und die Scheibenkünste innerhalb desselben eingenommen. Am 9ten, als die zweite Schicht abgeglichen war, ließ man die kleinen Pumpen neben der Roßkunst eingehen. Am 12ten Mittags wurde man mit dem Versetzen der dritten Schicht fertig, worauf dann die Roßkunst und alle übrigen Anstalten zum Wasserschöpfen eingingen.

Während am 5ten Pfeiler gearbeitet wurde, setzte man die Erbauung des Fangedamms um den Stirnpfeiler auf der Seite der Vorstadt fort, und zwar so, daß er zu Anfang des September fertig, und zugleich auch die in dem von demselben eingeschlossenen Raume liegende Erde und der Sand bis auf das Wasser ausgegraben war. Die Sümpfe zu den Scheibenkünsten wurden ausgebaggert. Zu gleicher Zeit wurde eine Nothbrücke vom 6ten Pfeiler bis zum Stirnpfeiler gebaut, die theils zu den verschiedenen Arbeiten, theils zur Wegschaffung der beim 5ten Pfeiler gebrauchten Geräthschaften und Maschinen, je nachdem dieselben entbehrt werden konnten, nöthig

war. Dies geschah auf eine solche Weise, daß kurz nachdem das Wasserschöpfen an diesem Mittelpfeiler aufgehört hatte, die Gerüste und Rinnen am Stirnpfeiler aufgestellt waren, und alles so eingerichtet war, daß man das Schöpfen mit 10 Scheibenkünsten anfangen konnte.

Dies geschah am 15ten September Abends um 8 Uhr, und das Wasser senkte sich während der Nacht so schnell, daß nach und nach 8 Scheibenkünste eingehen konnten, da die zwei übrigen hinreichten, indem das Erdreich fester war und weniger Quell- und Schwitzwasser durchließ, als man geglaubt hatte, obgleich es dem Einbringen der Pfähle eben nicht mehr widerstand, als das unter dem 5ten Pfeiler, wie man gleich sehen wird.

Man fand durch Bohren, daß auf eine 4 bis 5 Fuß hohe Sandlage eine 2 bis 3 Fuß starke Lage Mergel-Erde, dann eine Lage Schlamm, und dann Thon bis zu einer festern Erdlage folgte.

Am 16ten wurden mit mehrern Rammen zugleich die ersten Pfähle eingerammt. Diese drangen auf ihre ganze Länge ein, weshalb sie gepfropft, längere Pfähle genommen, und Gerüste über den ganzen Pfeiler weg angelegt werden mußten, um die Pfähle unter die Ramme bringen zu können. Diese Rüstung stand auf der Reihe vierkantiger Pfähle unter der Außenkante des Belags und auf den außerhalb *) geschlagenen Grundpfählen, die man nur auf der Stelle, die sie im Grundwerk einnehmen sollten, einzurammen angefangen hatte, bis ihre Köpfe 12 Fuß über der Oberfläche des noch wegzunehmenden Erdreichs standen.

Mit 2 Scheibenkünsten und einem neuen Sumpf, der vor dem Stirnpfeiler, tiefer als dieser zu liegen kommen sollte, angelegt wurde, und 10 bis 12 Mann, die mit Ablösung zum Schöpfen mit Handeimern hier angestellt wurden und das Wasser in eine Rinne gossen, durch welche es in den Sumpf von 2 Scheibenkünsten lief, hoben die Arbeiter trockenes Fußes die 4 bis 5 Fuß Sand über dem festen Boden.

Nachdem 3 Rammen auf dem Gerüste aufgestellt waren, wurden 30 und mehr Fuß lange Pfähle vor dieselben gebracht, wobei doch noch einige der letztern ein- oder zweimahl aufgepfropft werden mußten. Unter andern drang ein Pfahl, nachdem er zwei Mahl aufgepfropft worden war, 57 Fuß tief ein. Man sieht, daß das Einrammen dieser Pfähle mit eben so viel Beschwerde verbunden war, als das der

*) Wahrscheinlich innerhalb des davon eingeschlossenen Raums. Anm. d. Ueb.

unter dem 5ten Pfeiler, weshalb darüber keine einzelnen Umstände angeführt werden sollen. Es ist hinreichend zu wissen, daß alle Pfähle so lange gerammt wurden, bis sie so wenig mehr zogen, daß man von der Dauerhaftigkeit des Baues versichert seyn konnte.

Da die Jahreszeit vorgerückt war, so wurden außer den erwähnten drei Rammen noch zwei in Staud gesetzt, und man arbeitete Tag und Nacht mit der größten Thätigkeit. Am 12ten October war man im Stande, die Pfähle 10 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande abzuschneiden. Die unterste Schicht wurde in einem Tage versetzt, und die andern nach und nach bis zum 18ten desselben Monats, so daß das Mauerwerk bis über einen gewöhnlichen hohen Wasserstand aufgeführt war. Dieses wurde hernach eben so hoch wie die andern Mittelpfeiler und der erste Stirnpfeiler aufgeführt.

Während der Gründung des Stirnpfeilers wurden die Fangedämme um den 5ten und 6ten Mittelpfeiler eingenommen, von denen jedoch der im Stromstrich liegende Theil stehen blieb, um im folgenden Jahre wieder beim 7ten und 8ten Pfeiler gebraucht zu werden. Aus gleichem Grunde blieb auch die Nothbrücke zwischen dem 6ten Mittelpfeiler und dem Stirnpfeiler liegen.

1754.

Da der Fangedamm um den Stirnpfeiler und das stehen gebliebene Stück von dem um den 5ten und 6ten Pfeiler, welches, wie vorher gesagt, beim 7ten und 8ten Pfeiler benutzt werden sollte, durch das darüber weggegangene Winterwasser nicht beschädigt worden waren, so mußte zur Vollendung des Grundwerks der Brücke nur noch der erwähnte Fangedamm beendigt und die zwei Mittelpfeiler erbaut werden. (Man sehe Taf. 31.)

Am 5ten und 6ten Junius wurde die Stelle, auf welche der Fangedamm zu stehen kommen sollte, untersucht. Man fand den festen Boden 10 bis 16 Fuß unter dem kleinsten Wasserstande, und mit einer von 4 bis zu 10 Fuß dicken Lage Sand bedeckt.

Am 7ten wurde mit 3 Rammen, die auf 2 großen Schiffen standen, angefangen, die Fangedammspfähle einzuschlagen. Diese waren 20 bis 22 Fuß lang und drangen 4 bis 5 Fuß in den festen Boden ein. Der Rammbär wog 600 Pfund. An der Ramme arbeiteten 16 Soldaten, ein Zimmermann und ein Schiffer, und es wurden an

Digitized by Google

diesem Tage 8 Pfähle, 3 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt, eingerammt. Man hörte mit Rammen auf, wenn der Kopf des Pfahls 6 Fuß über dem Sommerwasser stand, da diese Höhe für die Fangedämme festgesetzt war. In der Nacht wuchs das Wasser, wodurch die Arbeit bis zum 16ten unterbrochen wurde. An diesem Tage wurden 9 Pfähle und am folgenden 10 eingerammt. Am 18ten wurde den Soldaten das Einrammen verdungen, und diese schlugen am 22sten bis zu 14 Stück ein. Das Wasser wuchs von neuem, wodurch die Arbeit bis zum 25sten unterbrochen wurde, wo 1½ Rahmen voll Spundbohlen eingerammt wurden. Auch dieses gab man in Verding, wobei dann täglich 2½ geschlagen wurden.

Diese Einzelnheiten, die vielleicht niemand, der Bauten auszuführen hat, zu kleinlich finden wird, theilt man deshalb mit, weil daraus zu ersehen ist, wie diese Arten von Arbeiten, noch mehr aber das Ausschöpfen durch häufiges Anschwellen des Wassers, aufgehalten oder sehr verzögert werden können.

So wie die Pfähle und Spundbohlen geschlagen wurden, wurde zugleich auch mit 4 Maschinen Sand aus dem Kasten des Fangedamms ausgebaggert. Es ist nothwendig, hiermit bis auf den festen Boden, durch welchen das Wasser nicht dringen kann, zu gehen.

Bei der Schwierigkeit, die Spundbohlen so zu schlagen, daß sie genau an einander passen, und bei den Hindernissen, auf welche sie im Grunde stoßen, gehen sie oft nach verschiedenen Richtungen aus einander, wodurch der äußere Sand leicht in den Kasten des Fangedamms eindringen kann, und an derselben Stelle auf der äußern Seite der Spundbohlen ein prismatischer hohler Raum gebildet wird, wo dieselben keinen Stützpunkt finden, zugleich aber auch die Ausbaggerung viel beträchtlicher ausfällt. Dieser Umstand hatte vorzüglich in einem nach oben zu liegenden Theile Statt; denn nachdem die Spundbohlen ausgehoben und weggerissen worden waren, mußten längere geschlagen werden.

Um diesen Zufall zu verhüten, muß man, sobald man bemerkt, daß er Statt finden könnte, neue Spundbohlen einschlagen, welche die Fugen der ersten überdecken, und manchmahl ganz neue Rahmen einrammen. Diese Vorsicht ist um so nöthiger, als die Erde, mit welcher der Fangedamm ausgefüllt wird, durch dieselben Oeffnungen hinausgehen kann, durch die der Sand hätte hineintreten können, wodurch dann durch den Damm gehende Oeffnungen entstehen würden, wie dies oft genug der Fall ist.

Digitized by Google

Am 16ten Julius wurde der Anfang mit dem Heranschaffen der Erde zur Ausfüllung des Fangedamms gemacht. Dies geschah auf dem Ufer durch Wagen mit Kasten von 18 Cubikfuß Inhalt. Die Erde wurde sodann in Schiffe geschippt, welche 22 solche Kasten faßten, täglich 5 bis 6 Mahl fuhren, und jedes durch 2 Schiffer regiert wurden, welche die Erde, so wie sie hereingeworfen wurde, im Schiffe ausbreiteten. Acht Mann warfen dann dieselbe mit Schippen aus dem Schiff in den Fangedamm, wo sie festgestampft wurde. Der letztere kam am 7ten August zum Schluß.

Wenn die Erde sich gesetzt hat, so ereignet es sich, daß, indem sich dieselbe von der Unterkante der Zangen, durch welche die Pfähle und Spundbohlen in der bestimmten Entfernung von einander erhalten werden, trennt, leere Räume entstehen, durch welche das Wasser in den Fangedamm dringt, wenn dasselbe bis zur Höhe der Zangen steigt. In diesem Falle muß noch 2 bis 3 Fuß hoch Erde auf die Fangedämme gebracht und auf beiden Seiten abgeböscht werden, um das höchste zu fürchtende Wasser abzuhalten, wobei dann aber zuerst unter den Zangen alles mit Erde ausgefüllt und diese festgestampft werden muß, damit das Wasser hier nicht durchdringen könne. Auch muß die Erde, welche oben auf die Fangedämme gebracht wird, lagenweise festgestampft werden.

Während der Erbauung dieses Fangedamms, vom 28sten Junius an, wurde in dem von demselben eingeschlossenen Raume, längs dem zum Fangedamm um den Stirnpfeiler gehörigen Theile, ein Gerüste angelegt, auf welches 22 Scheibenkünste zu stehen kommen sollten. Von diesen letztern wurden am 16ten Julius 18 aufgestellt, nachdem die zugehörigen Sümpfe mit 2 Baggern ausgetieft worden waren, welche Tag und Nacht arbeiteten. Die Pfähle von diesem Gerüste standen 7 bis 8 Fuß auseinander, und wurden 18 Zoll über dem Sommerwasserstande abgeschnitten. Um die Scheibenkünste herum wurden Stufen angebracht, um den Rinnen ein angemessenes Gefälle geben zu können. Man sehe Taf. 31., auf welcher sich die Grundrisse des Fangedamms des 7ten und 8ten Pfeilers, des Gerüstes zu den Schöpfmaschinen, der Nothbrücke und der kleinen Fangedämme um die Pfeiler, von denen hernach die Rede sein wird, befinden.

Am 5ten August um 7 Uhr Morgens wurde mit dem Ausschöpfen des Wassers der Anfang gemacht, wobei 18 Scheibenkünste von 72 Soldaten mit zweistündiger Ablösung getrieben wurden. In den ersten zwei Stunden fiel das Wasser um

einen Fuß im ganzen vom Fangedamm eingeſchloſſenen Raume von 676 Quadrattoiſen Inhalt. An demſelben Tage Abends um 9 Uhr war das Waſſer bis auf 3 Fuß 4 Zoll unter den Waſſerſpiegel im Strom geſenkt worden, ſtieg in der Nacht wieder um 9 Zoll, da die Arbeiter, welche zur Nachtzeit keiner ſo ſtrengen Aufſicht unterworfen ſind, nachgelaſſen hatten, wurde aber dadurch, daß man die Soldaten anfeuerte, 2 Zoll tiefer als den Tag vorher geſenkt, wo dann 2 ziemlich bedeutende Quellen auf der Stelle des 8ten Pfeilers entdeckt wurden. Bis zum 16ten wurde indeſſen das Waſſer bis etwa auf 2 bis 3 Zoll Unterſchied in einerlei Tiefe erhalten. An dem letztern Tage wurde noch eine ſehr ſtarke Quelle, welche ſich 4 Toiſen links vom Vordertheil des 7ten Pfeilers zeigte, mit einer Kufe umfaßt, um welche ſodann ein kleiner Fangedamm von Pfählen und Spundbohlen, deſſen innern Raum man mit Erde ausfüllte, angelegt wurde.

Während des Ausſchöpfens des Waſſers waren vom 6ten Auguſt an alle Anſtalten zur Gründung des 8ten Pfeilers getroffen worden, indem man es für zweckmäßig gehalten hatte, hieran früher zu arbeiten, als am Grundwerk des 7ten Pfeilers.

Die äußern Pfähle im Umfange des Roſtes wurden in eben der Zahl und Entfernung, als unter den andern Pfeilern, eingeſchlagen, da dieſelben durch die Durchſchnittspunkte der Roſtſchwellen und Zangen beſtimmt waren. Die Entfernung eines Pfahls vom andern, von Mitte zu Mitte gerechnet, betrug ohngefähr 3 Fuß 1 Zoll. Nachdem über der Stelle, die der Pfeiler einnehmen ſollte, ein Gerüſte errichtet worden war, ſo wurden am 7ten nur mit einer Ramme 2 Pfähle, der eine 19 Fuß, der andere 20 Fuß 6 Zoll lang, geſchlagen. Der Bär wog 900 Pfund, und es wurde feſtgeſetzt, daß die Pfähle ſo lange eingerammt werden ſollten, bis ſie auf eine Hitze von 25 Schlägen nur noch 1½ Linien, und die unter dem eigentlichen Pfeiler auf mehrere Hitzen hinter einander nur noch 3 Linien zögen. Bei einer Ramme wurden zwei Ablöſungen, jede von 24 Soldaten, einem Zimmermann und einem Schiffer, angeſtellt, von denen die eine jedesmahl früh um 6 Uhr, die andere jedesmahl Abends um 6 Uhr anfing, und jede in jeder ſolchen Zeit 10 Stunden arbeitete und 2 Stunden ruhete. Am 9ten waren 4 ſolche Rammen in Gang gebracht. Man kam mit den Soldaten dahin überein, daß ſie für jede Hitze von 25 Schlägen 3 Sous erhalten ſollten, und 6 Livres Trinkgeld beim Ablöſen. Gewöhnlich machten ſie während ihrer 10 Arbeitsſtunden 200 Hitzen, wofür ſie mit Einſchluß der 6 Livres Trinkgeld 36 Livres erhielten, ſo daß auf jeden Soldaten 30 Sous kamen. Einige Rammen machten

240, 260 und ſogar 280 Hitzen. Wenn wegen der übrigen Arbeiten Aufenthalt entſtand, ſo wurden für jede Stunde, in welcher nicht gearbeitet werden konnte, 20 Hitzen gerechnet, und die Arbeiter erhielten dann für jeden eingerammten Pfahl 20 Sous. Die Soldaten mußten übrigens die Pfähle von der oberhalb des Fangedamms liegenden Stelle, auf welche dieſelben gebracht wurden, abholen, alſo nach einem Durchſchnitt für beide Pfeiler ohngefähr 12 Toiſen weit. Mit jeder Ramme wurden von jeder Ablöſung gewöhnlich 3, 4 auch 5 Pfähle eingerammt; mitunter konnten von einer ſolchen auch nicht mehr als 2 Pfähle eingerammt werden, was blos vom ſtärkern Widerſtande des Erdreichs herrührte, der ſo verſchieden war, daß neben einem Pfahl, der nur auf 17 bis 18 Fuß eindrang, andre bis auf 48 Fuß tief eingerammt wurden. Am 19ten Auguſt hatte man angefangen, die Spundbohlen zwiſchen den äußern Pfählen einzurammen. Dies war bis zum 25ſten vollſtändig geſchehen, und die Pfähle unter dem eigentlichen Pfeiler waren am 28ſten deſſelben Monats ſämmtlich geſchlagen.

Indeſſen war durch das Ausſchöpfen des Waſſers der Spiegel des letztern nicht ſo tief geſenkt worden, daß man, auf der Stelle, die der Pfeiler einnehmen ſollte, hätte bis auf den Sand kommen, und ihn bis auf den feſten Boden hätte wegſchaffen können. Daher mußte um dieſen Pfeiler in 6 Fuß Entfernung ein kleiner, 3 Fuß breiter Fangedamm angelegt werden.

Da das Waſſer im Strome gefallen war, ſo fiel die Oberfläche der in Kufen eingeſchloſſenen Quelle ebenfalls. Das Ausſchöpfen wurde leichter, und am 23ſten Auguſt war man im Stande, mit dem Abſchneiden der Pfähle und Spundbohlen unter dem Hintertheile und dem untern Drittel des Pfeilers den Anfang zu machen, nachdem der Sand auf der Stelle, auf welche dieſer Pfeiler zu ſtehen kommen ſollte, weggeſchafft worden war. Man hatte die Verbindung zwiſchen dem Waſſer über dem übrigen Theile des Grundwerks des Pfeilers und dem über dem Theile, an welchem gearbeitet wurde, durch Erdſäcke, mit welchen eine Art von Damm gebildet wurde, unterbrochen, und 2 Mann, welche das Waſſer mit Schöpfen über den kleinen Fangedamm weg warfen, waren im Stande, den innern Raum trocken zu halten.

Am 25ſten zeigten ſich 3 neue ziemlich ſtarke Quellen. Dieſe wurden zwar mit Erdſäcken eingefaßt, allein am 26ſten nahmen ſie dermaaßen zu, daß 20 Soldaten und 12 Schiffer mit Eimern und Schöpfen angeſtellt werden mußten, um mit dem

an-

angefangenen Abschneiden der Pfähle fortfahren zu können. Diese gossen das Wasser in eine Rinne, durch welche es in den Raum außerhalb des kleinen Fangedamms ablief, von wo aus dasselbe wieder durch die Scheibenkünste, die man fortwährend im Gange erhielt, gehoben wurde. Eine 4 Zoll hohe Anschwellung des Stromes vergrößerte wieder die Quellen. Unter andern wurde eine, in welche ein äußerer Pfahl zu stehen gekommen war, so stark, daß sie den Pfahl hob und verrückte. An dessen Stelle wurde ein anderer Pfahl eingeschlagen, der die Quelle verstopfte; aber als dieser Pfahl aufgepfropft wurde, um ihn zum Stehen zu bringen, so zeigte sich die Quelle von neuem, und gab so viel Wasser, daß man annehmen mußte, daß zur Ausschöpfung desselben allein wenigstens 3 Scheibenkünste gehörten. Diese Quelle wurde mit Erdsäcken eingeschlossen; allein sie wurde am 26sten, als das Wasser wuchs, noch stärker. Am 27sten entschloß man sich, das Schöpfen mit Eimern einzustellen, und auf den kleinen Fangedamm noch 1 Fuß hoch Erde zu bringen. Als am 28sten eine der eben angeführten drei Quellen noch bedeutender wurde, so wurde in die Oeffnung, durch welche sie ausströmte, ein Pfahl geschlagen, wodurch sie fast gänzlich verstopft wurde. Am 31sten August Morgens um 5 Uhr fing man das Schöpfen in dem ganzen, von dem kleinen Fangedamm eingeschlossenen, Raume von neuem an, um die Grundpfähle unter den zwei übrigen Dritteln des Pfeilers abschneiden zu können. Man ließ immer den kleinen Damm von Erdsäcken um die Quelle liegen, indem die von demselben eingeschlossenen Grundpfähle zuletzt abgeschnitten werden sollten. Dann wurden zum Wasserschöpfen 60 Soldaten mit Eimern und mehrere Schiffer mit Schaufeln angestellt. Auch waren die Pumpen um 4 vermehrt worden, so daß überhaupt 22 gingen; allein sobald man den Sand sehen konnte, schnitten die Zimmerleute die Pfähle und Spundbohlen 6 Fuß 7 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande ab. Als um 9 Uhr die Quellen abgenommen hatten, konnte man 2 Scheibenkünste ein- und 40 Soldaten abgehen lassen. Die letztern schafften hernach den Sand und den Schutt mit Tragekörben aus der Stelle, auf welche der Pfeiler zu stehen kommen sollte, weg. Diese Arbeit wurde bis um 7 Uhr Abends fortgesetzt; die Zimmerleute und die Soldaten gingen sodann ab, und es wurden 20 Schiffer anstatt der Soldaten angestellt, um die ganze Nacht hindurch zu schöpfen.

Dies geschah während der ganzen Zeit, in welcher die Pfähle abgeschnitten und das Schwellenwerk und der Belag, dessen Oberkante 5 Fuß 7 Zoll unter dem kleinsten Wasserstande zu liegen kam, aufgebracht wurden. Am 2ten September um 11 Uhr

wurden die Säcke um die Quelle, von welcher vorher die Rede geweſen, weggenommen, worauf 48 Mann zum Schöpfen angeſtellt werden mußten. Tags darauf hatte man von Abends 9 Uhr bis um Mitternacht 98 Mann zum Schöpfen angeſtellt. An demſelben Tage wurde das Schwellenwerk fertig, die Räume dazwiſchen ausgemauert und der Belag aufgebracht; allein durch die Heftigkeit derſelben Quelle, und durch das Wachſen des Waſſers, wurde von dem letztern ein großer Theil, der nicht hinlänglich belaſtet war, weggeſchwemmt, ſo daß die Bohlen bis außerhalb des kleinen Fangedamms um den Pfeiler fortgeriſſen wurden. Am 4ten September wurden ſie mit Hülfe von 48 Mann, welche ablöſungsweiſe von 3 Uhr Morgens an ſchöpften und den vom kleinen Fangedamm eingeſchloſſenen Raum trocken legten, von neuem aufgebracht.

An demſelben Tage, am 4ten September, wurde die erſte Schicht Quaderſteine aufgebracht; allein da das Waſſer in der Nacht vom 4ten bis zum 5ten auf mehrere Stellen des Belags, auf welchen noch keine Steine aufgebracht worden waren, geſtiegen war, ſo mußten 70 Mann zum Ausſchöpfen angeſtellt werden, wodurch es möglich wurde, die erſte Schicht zu verſetzen, und das Ausſchöpfen aufhören zu laſſen. Am 9ten Mittags war die dritte Schicht verſetzt. Jede der beiden unterſten war 14 Zoll und die dritte 13 Zoll hoch, wobei alles aus harten Steinen aus den Brüchen bei Beaugency, wie die andern Mittel- und Stirnpfeiler, beſtand. Hernach wurden auf dieſen Pfeiler 9 Schichten, und auf die Vorder- und Hintertheile 10 Schichten weniger harte Steine aufgebracht, um dieſelben eben ſo hoch zu bringen, als das Mauerwerk der andern Mittel- und Stirnpfeiler. Auf der oberſten von dieſen 9 Schichten, welche 18 Zoll hoch iſt, fingen die Brückenbogen an.

Während man am 8ten Pfeiler arbeitete, wurde ein kleiner Fangedamm um den 7ten, wie der um den erſtern, angelegt, und zugleich am 10ten Auguſt die Gründung dieſes letztern angefangen, wobei man dieſelben Schöpfmaſchinen benutzte, die beim 8ten Pfeiler gebraucht wurden. Die Entfernung der Pfähle war wie beim 8ten Pfeiler angegeben, und über der Stelle, auf welche der 7te zu ſtehen kommen ſollte, ein Gerüſte zum Einrammen der Pfähle angelegt worden. Hiermit wurde am 12ten Auguſt angefangen, und mit 2 Rammen bis zum 6ten September, wo alle Pfähle eingeſchlagen waren, fortgefahren. Zugleich wurden vom 26ſten Auguſt an die Spundbohlen um das Grundwerk eingerammt, und dieſe Arbeit am 9ten September beendigt.

Digitized by Google

Der Bär, womit diese Spundbohlen und die unter den übrigen Pfeilern und Stirnpfeilern eingerammt wurden, wog nur 600 Pfund. An der hierzu gebrauchten Ramme arbeiteten 16 Soldaten und ein Zimmermann.

Um die Pfähle und Spundbohlen leichter abschneiden zu können, wurde am 10ten September mit 12 Soldaten zu schöpfen angefangen, welche in einer Stunde den vom kleinen Fangedamm eingeschlossenen Raum trocken legten, da sich darin keine Quelle befand. Die Ausbringung des Sandes über der Stelle dieses Pfeilers bis auf den festen Boden wurde 24 Soldaten verdungen. Die Soldaten, welche Wasser schöpften, gingen um 7 Uhr Abends ab, und an deren Stelle traten während der Nacht 8 Schiffer, die alle 2 Stunden durch eine gleiche Anzahl Tagelöhner abgelöst wurden. Am 11ten um 5 Uhr Morgens fingen die Soldaten wieder an zu schöpfen. Um 9 Uhr brach der kleine Fangedamm im Vordertheile durch, weshalb die Leute, welche den Sand ausbrachten, abgehen mußten. Darauf mußten 40 Soldaten Wasser schöpfen, während die Oeffnung im kleinen Fangedamm wieder zugemacht wurde, womit man um 10½ Uhr zu Stande kam. Der Sand wurde in kurzer Zeit vollends weggeschafft, worauf, da kein Hinderniß mehr eintrat, die Pfähle und Spundbohlen 6 Fuß 7 Zoll unter dem kleinsten Wasserstande abgeschnitten und die Bohlen des Belags aufgebracht wurden, deren Oberkante 5 Fuß 7 Zoll unter den kleinsten-Wasserstand zu liegen kam. Diese ganze Arbeit wurde am 14ten September Abends um 4 Uhr beendigt.

Das Grundwerk dieses Pfeilers kam 1 Fuß tiefer als das des 8ten zu liegen, weshalb 4 Schichten Steine aus Beaugency, anstatt 3, nöthig wurden. Am 15ten September fing man an, die erste Schicht zu versetzen, und fuhr hiermit bis zur vorangeführten Höhe des Mauerwerks der übrigen Mittel- und Stirnpfeiler fort. Alles wurde am 31sten October beendigt, an welchem Tage auch das Mauerwerk des 8ten Pfeilers fertig wurde.

Hierauf wurden die Wasserschöpfungsmaschinen, die Geräthschaften, die Gerüste und die Nothbrücke weggeschafft, und die Pfähle und Spundbohlen der Fangedämme ausgezogen.

Die Gründung dieses 7ten Pfeilers war am wenigsten beschwerlich; allein bei der Aufführung des 2ten kamen alle Arten von Hindernissen zusammen. Die häufigen Anschwellungen des Stroms, die Stärke der Quellen, die schlechte Beschaffenheit des Bodens, und endlich die dabei vorgekommenen zufälligen Umstände, haben

nur durch die Kunſt und durch die Entſchloſſenheit des mit der Ausführung beauftragten Baubeamten überwältigt werden können.

Die unvorhergeſehenen Arbeiten an dieſem Pfeiler kamen ſo hoch zu ſtehen, daß man demſelben den Beinamen des goldenen gegeben hat.

Es haben ſich auch viele Schwierigkeiten bei der Gründung des Stirnpfeilers auf der Stadtſeite, und des 3ten, 5ten und 8ten Mittelpfeilers gefunden. Auch wird hernach von einem gegen das Ende des Brückenbaues eingetretenen Zufall Erwähnung geſchehen, der die größten Beſorgniſſe veranlaßte, deſſen nachtheilige Folgen aber gleichfalls verhütet worden ſind.

Arbeiten oberhalb des Grundwerks.

Während der Anfertigung des unter Waſſer zu liegen kommenden Theils des Grundwerks der Brücke wurden Quadern gebrochen, angefahren und bearbeitet. Eben ſo wurden nach und nach Bruchſteine, Kalk und Holz zu den Lehrbogen angeſchafft. Die letztern wurden auf den Zimmerplätzen behauen und abgebunden, und alles dasjenige vorbereitet, was zur Aufführung der Bogen über dem Waſſer nöthig war.

Auch wurden die Gerüſte erbaut, auf welchen die Materialien angeſchafft werden ſollten, ingleichen die Krahne und andere Maſchinen zum Heben und Verſetzen derſelben angefertigt, ſo wie man dieſelben nöthig hatte. Es ſoll nunmehr im Allgemeinen angegeben werden, was in jedem Jahre geſchehen iſt.

1755.

In der Bauzeit dieſes Jahres ſollten die 3 erſten Bogen der Brücke gewölbt werden.

Am 24ſten März wurde mit dem Einrammen der Pfähle zur Nothbrücke, zur Erbauung der drei erſten Bogen nach der Stadt zu, der Anfang gemacht. Dieſe Brücke fing auf der Inſel Lamotte an, und lag gleichlaufend mit den Hintertheilen der 3 erſten Pfeiler. Zugleich wurde in den Oeffnungen dieſer 3 Bogen, und mit der Nothbrücke gleich hoch, ein Gerüſte zum Richten der hölzernen Lehrbogen angelegt.

Jeder Lehrbogen beſtand aus 7 Curven. (Man ſehe Taf. 33. Fig. 14. 15.) Der zum erſten Brückenbogen war am 22ſten April vollſtändig gerichtet.

Digitized by Google

Die 10 Schichten Wölbſteine über den 10 erſten, welche, wie geſagt, auf jeder Seite mit den Grundwerken der Brücke zugleich aufgebracht worden waren, wurden mit kleinen auf die Nothbrücke geſetzten Krahnen verſetzt. Zu den Gewölbſteinen oberhalb der 20ſten Schichten wurden größere Krahne genommen. Man hatte dieſe erſt mitten auf die Lehrbogen geſtellt, allein ſie wurden auf die Pfeiler geſchafft, weil man bemerkte, daß die Bewegung derſelben die Lehrbogen zu ſehr erſchütterte.

Am 11ten Julius wurde angefangen, den 3ten Lehrbogen zu richten, unmittelbar nachdem der 2te fertig geworden war.

Die Lehrbogen wurden mit Steinen aus dem Bruche bei Mignier bis auf 200000 Pfund beſchwert, um das Steigen der obern Theile, bei der Belaſtung der untern, zu verhindern.

Der erſte Bogen wurde am 28ſten geſchloſſen, und am 31ſten Abends waren die Keile unter dem Schalholz ſämmtlich herausgenommen.

Zur Aufführung des zweiten Bogens wurden 2 Krahne, die auf dem erſten und zweiten Mittelpfeiler ſtanden, gebraucht. Der Bogen wurde am 13ten September geſchloſſen, und der Lehrbogen am 23ſten deſſelben Monats frei gemacht. Während dieſer Zeit wurde der erſte Lehrbogen abgetragen und ins Waſſer geworfen.

Nachdem auf dem dritten Mittelpfeiler ein Krahn aufgeſtellt worden war, ſo wurde mit dieſem und dem auf dem 2ten Pfeiler noch ſtehenden der dritte Bogen vom Ende der erſten 20 Schichten an, von denen die letzten 10 mit einem Krahn auf der Nothbrücke nahe bei dem Hintertheile jedes Pfeilers verſetzt worden waren, aufgeführt. Es war nöthig, dieſe Wölbſteine zu verſetzen, um den Lehrbogen, verbunden mit der auf die Mitte deſſelben gelegten Belaſtung, zuſammenzuhalten. Dieſer dritte Bogen wurde am 16ten November geſchloſſen, und am 17ten der 2te Lehrbogen abgetragen und ins Waſſer geworfen, nachdem man jedoch aus Vorſicht das untere Gerüſte vorher eingenommen hatte, wie dies auch vor Einnehmung des erſten Lehrbogens geſchehen war.

Während die Gewölbſteine im zweiten und dritten Bogen verſetzt wurden, kam man am 25ſten October beim erſten und am 17ten December beim zweiten Bogen ſo weit, die rauhen Werkſtücke zur Verſtärkung der Gewölbe verſetzen zu können. Dieſe Steine kamen aus den Steinbrüchen bei Mignier, und belaſten, da ſie leichter ſind, die Bogen weniger. Zugleich wurde eine hölzerne Decke über den dritten Bogen gemacht, um ihn im Winter vor Regen und dem Durchdringen des Waſſers zu ſchützen, da man nicht Zeit

gehabt hatte, die rauhen Werkstücke in denselben vor dem Froste einzubringen. Der Lehrbogen wurde erst im folgenden Jahre abgetragen; welche Vorsicht nöthig war, um den Schub des Bogens so lange aufzuhalten, bis man den vierten Bogen aufgeführt hatte.

So wie die Schichten Wölbsteine der obern Theile der Bogen eingebracht wurden, sahe man, wie schwach die hölzernen Lehrbogen bei der zuerst gebrauchten Verbindung waren. Die große Entfernung der Curven, welche von Mitte zu Mitte 7 Fuß betrug, machte dieselben noch schwächer, und man sah sich genöthigt, nicht allein diese ersten 3 Lehrbogen, sondern auch alle übrigen zu verstärken. Diese Verbesserung geschah auf die in der Erklärung der Fig. 14. u. 15. Taf. 33. beschriebene Art.

Zu Ende des Octobers wuchs das Wasser, stieg am 3ten November bis zu 17 Fuß Höhe, und riß am 29sten desselben Monats die Nothbrücke weg, also 13 Tage später, als der dritte Bogen geschlossen worden war, so daß dieser Vorfall den Arbeiten nichts geschadet hat.

Es darf hier nicht verhehlt werden, daß ein Theil der Wölbsteine im ersten und zweiten Bogen zerbrochen und ausgesprungen ist, und daß diese letztern sich etwas stärker gesetzt haben, als sie den Umständen nach gesollt hätten. Hierzu waren 2 Hauptursachen vorhanden, einmahl die zu starke Verjüngung der Enden der Gewölbsteine zwischen den Häuptern, und dann die geringe Härte der Steine aus Mignier, die zu diesen zwei Bogen genommen worden. Bei den andern Bogen hat man sich vor Zufällen dieser Art dadurch bewahrt, daß man zu den untern Theilen der Bogen Steine aus Beaugency, welche härter sind, genommen und dieselben nach der Richtung ihrer Lagerflächen und ohne Verjüngung behauen hat. Es ist wesentlich nothwendig, dies zu beobachten, zumahl beim Bau großer Bogen.

1756.

Die Arbeiten wurden in diesem Jahre am 24sten März mit der Richtung des 4ten Lehrbogens angefangen, und am 27sten April die ersten Schichten Gewölbsteine versetzt. Dieser Bogen wurde am 13ten September geschlossen.

Der Lehrbogen des dritten, schon im Jahre vorher geschlossenen Brückenbogens, wurde erst am ersten October eingenommen. Am 22sten desselben Monats wurde

angefangen, die rauhen Werkstücke zur Verstärkung der Gewölbdicke zwischen den Häuptern zu versetzen.

Am 2ten November wurde der 5te oder mittelste Lehrbogen aufzurichten angefangen, und die Arbeiten hörten am 11ten December auf, nachdem die 16ten Schichten Gewölbsteine versetzt worden waren. Dieser und der 4te Lehrbogen blieben den Winter über stehen.

1757.

Zuerst wurde der 6te Lehrbogen aufgerichtet. Während dieser Arbeit warf am 12ten April ein sehr heftiger Wind 2 Curven von diesem Lehrbogen um, die noch nicht verstrebt waren, wodurch die Nothbrücke, auf welche sie fielen, beschädigt wurde. Man war bis zum 26sten damit beschäftigt, dieselbe wiederherzustellen, und den Lehrbogen vollends zu richten; woraus man sehen kann, wie nothwendig es ist, die Curven sogleich beim Richten zu verstreben.

Das Wasser wuchs am 7ten Junius bis auf 15 Fuß Höhe, und riß die Nothbrücke vor dem sechsten und einem Theile des fünften Bogens und einen darauf stehenden Krahn weg. Die Herstellung des Schadens hielt bis zum 15ten auf. Hierauf wurden die Gewölbsteine zum 5ten Bogen versetzt, und dieser am 27sten Junius geschlossen.

Am 7ten Julius wurde mit Einnehmung des 4ten Lehrbogens angefangen. Man bemerkte, daß, nachdem die senkrecht stehenden Stücke oder Ständer weggenommen waren, welche die Unterzüge in den Curven trugen, der Bogen sich um 6 Linien setzte. Nachdem am folgenden Tage die Keile und Schalhölzer herausgenommen worden waren, um den Bogen ganz frei zu machen, setzte sich der Bogen noch bis zum 10ten bis auf 20 Linien. Dieser Bogen war, wie gesagt, 98 Fuß weit. Man brauchte eine Woche Zeit, um das Holz vom Lehrbogen einzunehmen und auf den Zimmerplatz zu schaffen, wo es nachgeschnitten wurde, um zu dem 7ten Bogen gebraucht zu werden, welcher zwei Fuß weniger weit war, als der vierte.

Nach Wegnahme des Lehrbogens wurde mit Versetzung der rauhen Werkstücke fortgefahren, womit man am 19ten desselben Monats zu Stande kam.

Hierauf wurde der 7te Lehrbogen aufgerichtet, und am 20sten August angefangen, Gewölbsteine darauf zu versetzen, womit auf jeder Seite nur bis zur 18ten Schicht einschließlich fortgefahren wurde. Man mußte das Versetzen der übrigen Wölb-

Digitized by Google

ſteine bis zum folgenden Jahre verſchieben, damit erſt der 8te Lehrbogen gerichtet und ein Theil von den Gewölſteinen darauf eingebracht werden konnte, um gegen den 7ten Pfeiler auch von der andern Seite Schub hervorzubringen. Zu gleicher Zeit wurde am 6ten Bogen gearbeitet, und dieſer am 19ten September geſchloſſen.

In Betreff dieſes 6ten Bogens muß angeführt werden, daß, ungeachtet der Lehrbogen aus dem vorher angeführten Grunde verſtärkt worden war, am 8ten September bemerkt wurde, daß er ſich ſtromaufwärts neige, weshalb derſelbe nochmahls mit Streben, welche von beiden Seiten gegen die mittelſte Curve geſtellt wurden, verſtärkt werden mußte.

Am 8ten November wurde die Einnehmung des mittelſten Lehrbogens beendigt. Zugleich wurden die rauhen Werkſtücke im 6ten Bogen verſetzt, und da dieſe Arbeit nicht fertig wurde, ſo wurde der Bogen mit Holz bedeckt, damit ſich im Winter kein Waſſer in denſelben ziehen ſollte.

Auch wurde während dieſer Bauzeit eine 36 Toiſen lange Kaimauer, unterhalb der Brücke auf der Stadtſeite, auf Pfählen aufgeführt.

1758.

In der Bauzeit dieſes Jahres wurde zuerſt eine Nothbrücke und alle erforderlichen Gerüſte angelegt, dann der 8te Lehrbogen aufgerichtet, und dieſe Arbeit am 6ten Mai beendigt.

Der 7te Bogen, welcher im Jahre vorher angefangen worden war, wurde am 27ſten Junius geſchloſſen. Der 6te Lehrbogen wurde am 12ten Julius eingenommen, und der 8te Bogen am 12ten September geſchloſſen, nachdem vorher der 9te und letzte Lehrbogen aufgerichtet worden war. Der 9te Bogen wurde am 12ten October geſchloſſen. Die rauhen Werkſtücke wurden nach und nach in dieſe verſchiedenen Bogen eingebracht, und die Arbeit zu Ende des Novembers beendigt.

Zugleich hatte man ſich aber auch in dieſer und den vorhergegangenen Bauzeiten damit beſchäftigt, die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler zu beendigen, und die Steine zur Verſtärkung der Gewölbdicke in den Häuptern, und die Schichten in den äußern Anſichten der Hintermauerungen zu verſetzen. Die Oberkante aller dieſer Theile wurde nach dem der Oberfläche der Brücke beſtimmten Gefälle abgeglichen. Auch wurden die Schichten, welche das Geſimſe und die Fußwege bilden, in der zuerſt fertig gewordenen Hälfte der Brücke verſetzt.

An

An den 7 mittelſten Wölbſteinen in den Häuptern waren Vorſprünge von hartem Stein gelaſſen, in welche das königliche Wappen zu ſtehen kommen ſollte. Herr Algrin, dem das Hauen derſelben übertragen war, hat vom 23ſten Mai bis zum 26ſten Auguſt daran gearbeitet.

1759.

Der 7te Mittelpfeiler ſetzte ſich, ganz ohne daß ſich dies erwarten ließ, und gab dadurch zu den größten Beſorgniſſen Veranlaſſung. Man mußte während eines großen Theils der Bauzeit ſich mit den Mitteln beſchäftigen, den nachtheiligen Folgen dieſes Ereigniſſes abzuhelfen.

Man hatte ſchon in den erſten Tagen des Novembers des Jahres vorher bemerkt, daß dies Setzen angefangen hatte, und um zu wiſſen, wie weit daſſelbe gehen könnte, ſich ſogleich entſchloſſen, dieſen Pfeiler mit Quadern und Bruchſteinen zu beſchweren, deren Gewicht zu Ende des Decembers 1,200000 Pfund betrug. Man hatte dieſe Laſt nach und nach vermehrt, und am erſten März darauf bis auf 2,400000 Pfund gebracht. Während der ganzen Zwiſchenzeit, vorzüglich aber im Anfange, ſenkte ſich der Pfeiler immer tiefer, und zwar überhaupt um ohngefähr 18 Zoll, oder eine Schichtenhöhe; was ſich jedoch ziemlich gleichförmig über den ganzen Pfeiler erſtreckte. Das Vorder- und das Hintertheil, welche weder die Laſt des Bogens, noch die außerdem aufgebrachte Belaſtung trugen, hatten ſich nicht zugleich mit dem Pfeiler geſenkt. Alle Steine in demſelben waren da, wo ſie in den eigentlichen Pfeiler eingriffen, abgebrochen, und dieſer Bruch mußte durchaus auch in den Roſtſchwellen und dem Holzbelag Statt gefunden haben, da die Pfähle unter dem eigentlichen Pfeiler ſich in den Grund gedrückt hatten.

Die ganze angeführte Belaſtung blieb 5 Monate und 7 Tage (bis zum 7ten Auguſt) liegen, und da ſeit mehrern Monaten vorher kein Setzen mehr bemerkt worden war, ſo wurde an dieſem Tage angefangen, ſie abzunehmen. Das Vordertheil und das Hintertheil wurden bis unter den kleinſten Waſſerſtand ganz abgetragen, und wieder ſo aufgeführt, daß die Schichten derſelben mit denen im Brückenkörper paßten, wobei die erſtern mit den letztern verzahnt wurden.

Um ſich deſto mehr gegen ein ſolches Setzen zu ſichern, wurde für zweckmäßig erachtet, von dieſem Pfeiler, ſo wie vom 5ten, vom 6ten und vom 8ten, die dem erſtern zunächſt liegen, einen Theil der darauf liegenden Hintermauerungen wegzuneh-

men. Zu dieſem Ende wurde mitten auf jedem Pfeiler ein Gewölbe von 17 bis 18 Fuß Weite, als ſo ſtark die Pfeiler waren, und 13½ Fuß Höhe, und auf jeder Seite ein kleineres Gewölbe von 15 Fuß Weite und 7½ Fuß Höhe angelegt. (Man ſehe Taf. 27.) Durch dieſes ſinnreiche Mittel hat man die auf jedem dieſer drei Pfeiler ruhende Laſt ohngefähr um 1,800000 Pfund verringert, welche, zuſammengenommen mit den 2,400000 Pfunden, womit die Pfeiler noch außerdem belaſtet worden waren, für jeden Pfeiler eine Entlaſtung von 4,260000 *) Pfund giebt. Da ſich nun ſeit 20 Jahren nichts weiter geſetzt hat, ſo braucht man nicht mehr zu befürchten, daß daraus noch nachtheilige Folgen für die Feſtigkeit der auf dieſem 7ten Pfeiler ruhenden Bogen entſtehen könnten.

Ein ähnliches Setzen hatte im Jahre 1751 bei einem Pfeiler der ſteinernen Weſtminſterbrücke, die nach den Zeichnungen und unter der Leitung des verſtorbenen Herrn von Labelye in England erbaut worden iſt, Statt gefunden. Dieſer hatte den Pfeiler gleichfalls mit einer großen Laſt beſchwert, und hernach von demſelben das Gewicht der darauf liegenden Hintermauerungen, durch Anlegung eines Bogens anſtatt derſelben, abgenommen. Das Setzen, welches zuerſt 6 Zoll betrug, hatte unter der Belaſtung, welche um ⅓ größer war, als die, welche der Pfeiler hernach tragen ſollte, bis auf 17 Zoll (Londoner Maaß, alſo ohngefähr bis auf 16 Pariſer Zoll) zugenommen. Dieſe Belaſtung blieb ohngefähr 6 Wochen lang liegen; 14 Tage, nachdem das Setzen aufgehört hatte, wurde ſie wieder abgenommen, und ſeitdem iſt nichts weiter vorgefallen. Die Bogen, welche dieſer Pfeiler tragen mußte, ſind ohngefähr 60 Fuß weit. Bei der Brücke bei Orleans war man glücklicher, als bei der Weſtminſterbrücke, indem bei der erſtern die Bogen erhalten wurden, bei der letztern aber die auf den Pfeiler, welcher ſich geſetzt hatte, fallenden neu gebaut werden mußten. Bei der Brücke bei Orleans hat ſich nur der untere Theil der Krümmung der Bogen verändert; allein dies iſt bei der großen Weite der letztern ſo wenig bemerkbar, daß dadurch die Form durchaus nicht auf eine in die Augen fallende Weiſe verdorben worden iſt.

Man mußte ſich über das Setzen des 7ten Pfeilers der Brücke bei Orleans um ſo mehr wundern, als man beim Gründen deſſelben nichts bemerkt hatte, was dazu hätte Veranlaſſung geben können. Man war der Meinung, daß auf die feſte Erdlage, auf welcher die Spitzen der Grundpfähle ſtehen geblieben ſind, ein weniger feſter

*) 4,200000 Pfund. Anm. d. Ueb.

Grund folge, und daß dieſer letztere ſich unter der beträchtlichen Laſt der 94 Fuß und 96 Fuß weiten Bogen, welche der Pfeiler tragen muß, zuſammengedrückt habe. Dieſer ſchlechte Boden iſt wahrſcheinlich durch den Druck der darauf gebrachten Belaſtung ſo zuſammengedrückt worden, daß er dem Gewicht widerſtehen kann, welches er jetzt noch zu tragen hat.

Während des übrigen Theils der diesjährigen Bauzeit wurden auch noch die übrigen Geſimſe, Fußwege und Bruſtgeländer verſetzt, die Kai- und Ufermauern aufgeführt, und die Wege nach der Brücke in Stand geſetzt, um dem Publicum den Uebergang über dieſelbe im nächſten Jahre freigeben zu können.

Im Winter 1761 wurde die gute Erde unter 3 Bogen, und am Fuße mehrerer Eisſpitzen, 2 Fuß tief ausgewaſchen, weshalb eine doppelte Reihe Pfähle 6 Fuß unter den Hintertheilen der Pfeiler, gleichlaufend mit der Seite der Brücke, durch die ganze Breite des Stroms geſchlagen wurde. Dieſe Pfähle, welche 12 Fuß weit von einander ſtehen, laſſen in jeder Reihe nur 6 Zoll weite Räume zwiſchen einander. Sie wurden mit der Säge, deren man ſich mit Vortheil bei Gründung der Brücke bei Saumur bediente, 3 Fuß unter dem kleinſten Waſſerſtande abgeſchnitten. Der Raum zwiſchen dieſen 2 Reihen Pfählen, bis zu den Köpfen derſelben, und die ſchon ausgewaſchenen Stellen, wurden mit großen eingeworfenen Bruchſteinen ausgefüllt. Dieſelbe Vorſicht iſt in den folgenden Jahren gebraucht worden, und es wird nöthig ſein, eben ſo zu verfahren, ſobald an andern Stellen wieder etwas ausgewaſchen wird, damit ſich unter der ganzen Brücke ein Grundbette von trockner Mauer bilde, welches jedoch 3 Fuß unter dem kleinſten Waſſerſtande bleiben muß, um der Schifffahrt nicht nachtheilig zu werden. Bei dieſer Vorſicht wird für die Erhaltung eines ſo wichtigen und ſo nützlichen Werks, als die Brücke bei Orleans iſt, nichts zu fürchten ſein.

Nach Beendigung des Brückenbaues wurde die alte Brücke abgetragen. Dies wurde für 10000 Livres beſonders verdungen, wobei dem Unternehmer die etwa gewonnen werdenden Materialien überlaſſen wurden. In mehrern Theilen des Grundwerks dieſer Brücke fand man Pfähle von Eichenholz, die bis in die Mitte ſo ſchwarz wie das ſchönſte Ebenholz waren, wovon hernach Maaßſtäbe, Lineale und Stöcke gemacht wurden, die damals ſehr beliebt waren. Man kann aus der langen Zeit, die dazu nöthig iſt, um das Holz bis in den Kern ſchwarz zu färben, indem man weiß, daß dieſe Farbe in 22 Jahren in einen ſolchen Pfahl höchſtens eine Linie tief eingedrungen war, und da dies wahrſcheinlich nach der Mitte zu noch langſamer geſchieht,

auf das hohe Alter dieſer Pfähle ſchließen. Hier iſt übrigens nur vom Alter der Pfähle die Rede, da die Brücke zwar alt, aber nicht feſt genug iſt, um annehmen zu können, daß dieſelbe eben ſo alt ſei.

Der Verfaſſer hält für nöthig, das über Abnahme der Brücke bei Orleans aufgenommene Protokoll hier mitzutheilen, da daſſelbe in verſchiedener Hinſicht von denen in Betreff anderer Brücken aufgenommenen, bei denen die Arbeiten weniger beträchtlich geweſen, bedeutend abweicht.

Abnahme-Protokoll über die Brücke bei Orleans.

Der unterzeichnete Königl. Stallmeiſter, Architect und erſte Brücken- und Wege-Ingenieur hatte ſich auf Befehl des ordentlichen Staats- und Königl. Raths, auch Intendanten der Finanzen, Hrn. Trudaine, am 17ten October und an den folgenden Tagen des laufenden Jahres 1763 nach Orleans begeben, um die zum beendigten Bau der Brücke über die Loire bei dieſer Stadt und der darauf führenden Wege, auf den Grund des von ſeinem Amts-Vorgänger Hrn. Hupeau angefertigten Anſchlags vom 6ten October 1750, in Gemäßheit des deshalb beim Staatsrath am 29ſten März 1751 mit dem verſtorbenen ꝛc. Johann Chopine auf 2,084000 Livres geſchloſſenen Verdings, und des Staatsraths-Beſchluſſes vom 20ſten October 1761, wonach der ꝛc. Johann Rondel in des ꝛc. Johann Chopine Stelle getreten iſt, ausgeführten Arbeiten, ſo wie die bei dem beſagten Bau über den Anſchlag und Verding nöthig gewordenen Mehrarbeiten aufzunehmen und abzuſchätzen, auch um ſich zu überzeugen, ob alle dieſe Arbeiten gut gefertigt ſeien und angenommen werden könnten, begleitet von dem Brücken- und Wege-Ingenieur Herrn Soyer, welcher den fraglichen Bau ausgeführt hat. Nachdem ſich hierbei der in die Stelle des erſten Unternehmers getretene ꝛc. Johann Rondel eingefunden hatte, ſo wurde zuvörderſt der Anſchlag, der Verding, und der Beſchluß, wonach der Bau dem 2ten Unternehmer übertragen worden, durchgeleſen. Hierauf wurden alle an und bei der Brücke ausgeführte Arbeiten genau unterſucht und nachgemeſſen, und dabei gefunden, daß dieſelben ſämmtlich gut und dauerhaft, nach den in dem beſagten Anſchlag, Verding und Beſchluß enthaltenen Bedingungen, ausgeführt waren.

Hierauf wurden die Mehrarbeiten, welche bei dem fraglichen Brückenbau gegen den Anſchlag nöthig geworden waren, nachgemeſſen und abgeſchätzt; demnächſt die Liſten und Nachweiſungen der Mehrarbeiten in Betreff der Waſſerſchöpfungen und anderer Arbeiten, die entweder nicht vorhergeſehen oder abgeſchätzt werden konnten, welche Hr. Soyer theils angefertigt, theils controlirt hatte, durchgeſehen und feſtgeſetzt, und fand ſich hierbei, daß alle Mehrarbeiten und Mehrkoſten zuſammen, außer dem Verdingspreiſe, 586,856 Livres 13 Sous betragen, nämlich:

Nach Erbauung der 3 nach der Stadt zu liegenden Brückenbogen fand ſich, daß die Steine in den im Anſchlage angeführten Steinbrüchen ausgingen, und hier die Gewölbſteine zu den übrigen Bogen nicht zu erhalten waren, da ſelbige, nach der Richtung der Lagerflächen

gemessen, sehr lang sein mußten, und deshalb mußte von neuem nach Steinen gesucht, auch in andern Brüchen in der Gegend von Mignier und Beaugency gebrochen werden, wo dies bei weitem beschwerlicher war. Auch sind die Steine aus der Gegend von Beaugency, wovon ohngefähr eben so viel verwandt worden sind, als aus der Gegend von Mignier, viel härter und schwerer, wodurch die Bearbeitung und die Anfuhre derselben theurer geworden ist. Bei der desfalls von dem Unterzeichneten vorgenommenen Untersuchung hat sich gefunden, daß die wegen dieses Umstandes nöthig gewordenen Mehrausgaben für Brecher-, Fuhr- und Arbeitslohn bei der verschiedenen Beschaffenheit der vorangeführten Steine im Durchschnitt 14 Sous auf jeden Cubikfuß betragen haben. Diese Art von Steinen ist von der 2ten Schicht über dem letzten Absatz an gebraucht worden. Die mittlere Ummessung des übrigen Theils der 6 zuletzt gebauten Bogen enthält 666 Fuß; die Brücke ist von einem Haupt zum andern 46 Fuß breit, und im Gewölbe im Durchschnitt 4 Fuß dick. Dies giebt einen körperlichen Inhalt von 122,544 Cubikfuß, und den Cubikfuß, wie gesagt, zu 14 Sous gerechnet, überhaupt . Livres 85780 Sous 16 D.

Da der 7te Pfeiler, von der Stadt an gerechnet, sich nach Erbauung der Brücke, weil das Erdreich oder die Art schwache Steinschicht, durch welche die Grundpfähle nicht gegangen waren, sich setzte und brach, gesenkt hatte, so mußten, um den daraus entstehenden Nachtheilen abzuhelfen, mehrere Arbeiten geschehen, die dem Unternehmer gut geschrieben werden müssen, da dieser ein solches Ereigniß weder hat vorhersehen noch verhüten können, indem er alles gethan hat, was der Anschlag in Betreff des Grundwerks dieses Pfeilers vorschrieb.

Zuerst sind auf den Pfeiler so viel rauhe Werkstücke und Bruchsteine regelmäßig aufgesetzt worden, daß deren Gewicht ohngefähr 2 Millionen Pfund betrug. Diese Steine sind 6 Monate lang liegen geblieben, damit der Pfeiler sich so weit setzen sollte, als die untere Erdlage oder steinige Schicht nur erlaubte. Hierzu sind 150 Cubiktoisen Steine gebraucht worden, welche aufzusetzen und wieder wegzuschaffen für die Cubiktoise 11 Livres gekostet haben, mithin überhaupt 1650

Die Fangedämme und das Wasserschöpfen, welche wegen des Abbrechens und des Wiederaufbaues des Vorder- und Hintertheils des Pfeilers bis unter Wasser, von denen die Steine da, wo sie in den eigentlichen Pfeiler griffen, durchgebrochen waren, nöthig geworden, haben nach Ausweis der dem Unterzeichneten vorgelegten und von demselben geprüften darüber geführten Rechnung gekostet 11714

Diese Vorder-, und Hintertheile haben zusammen 10 Toisen 2 Fuß 6 Zoll Ummessung, und sind im Durchschnitt 5 Toisen 3 Fuß hoch, enthalten also 57 $\frac{7}{4}$ Quadrattoisen Oberfläche, welche, zu 200 Livres fürs Abtragen, Wiederaufbauen und Ergänzung der zerbrochenen Steine gerechnet, geben 11457 6 8

Es sind einige durch das Setzen des Pfeilers am 7ten und 8ten Bogen gerissene Stellen von zusammen 24 Quadrattoisen Inhalt neu eingezo-

110602 2 8

	Livres	Sous	D.
Uebertrag . .	110602	2	8

gen woeden, welche, die Quadrattoiſe zu 198 Livres 10 Sous gerechnet, geben 4764

Man hat für zweckmäßig erachtet, einen Theil der Hintermauerung zwiſchen dem 7ten und 8ten Bogen wegzulaſſen, um das zuſammengedrückte Erdreich unter dem 7ten Mittelpfeiler ohngefähr um 2 Millionen Pfund zu erleichtern, zu welchem Ende 3 ſteinerne Bogen nach der ganzen Breite der Brücke zwiſchen den Steinen und den Häuptern angelegt worden ſind.

Da man nach dem, was ſich bei den mit dem Erdbohrer angeſtellten Unterſuchungen gefunden hatte, vermuthen konnte, daß auch unter dem 5ten, dem 6ten und dem 8ten Mittelpfeiler der Grund ſich etwas ſetzen möchte, ſo wurde zu mehrerer Sicherheit für dienſam erachtet, dieſe Pfeiler ebenfalls durch Weglaſſung der Hintermauerungen, unter Anlegung dreier auf vorerwähnte Art beſchaffenen Bogen ſowohl über dem 5ten als über dem 6ten Pfeiler, und eines ſolchen über dem 8ten Pfeiler, zum Theil zu entlaſten.

Der mittlere Bogen auf jedem dieſer 4 Pfeiler iſt 3 Toiſen weit und 7 Toiſen lang, von Quaderſteinen 2 Fuß im Gewölbe ſtark, erbaut. Die Oberfläche der Stirnen, der Wölbungen und der Widerlager eines ſolchen Bogens enthält 64 Quadrattoiſen im Durchſchnitt, wonach ein Bogen, für die Quadrattoiſe 150 Livres gerechnet, 9600 Livres beträgt, folglich 4 Stück 38400

Die Bogen über dem 5ten, 6ten und 7ten Mittelpfeiler, zu beiden Seiten des mittlern, haben mit dieſem Bogen nach derſelben zu, einerlei Widerlager, fangen auf der andern Seite von den Wölbſteinen an, und ſind gedrückt. Die Länge deſſelben iſt 7 Toiſen bei 4 Toiſen 4 Fuß Umfaſſung, und enthält ein ſolcher Bogen daher $32\frac{2}{3}$ Quadrattoiſen, welche, wie vorher, zu 150 Livres gerechnet, für einen Bogen 4900 Livres geben, und für alle 6 Bogen *) 29400

Um zu verhüten, daß die Brücke nicht unterwaſchen werde, iſt für nöthig gehalten worden, in 6 Fuß Entfernung, gleichlaufend mit den Hintertheilen der Mittelpfeiler, einen 173 Toiſen langen Damm anzulegen. Dieſer Damm beſteht aus 2 Reihen Pfählen von 12 bis 15 Fuß Länge, 10 bis 12 Zoll Stärke, die am untern Ende, mit Einſchluß der Nägel, mit 13 bis 14 Pfund ſchweren Schuhen beſchlagen ſind, wobei die Reihen 12 Fuß, die Pfähle in jeder Reihe aber nur 6 Zoll im Lichten von einander entfernt und 3 Fuß unter dem letzten Abſatze abgeſchnitten ſind. Der Zwiſchenraum zwiſchen dieſen Pfahlreihen iſt hernach bis zu feſtem Boden ausgebaggert und mit trocknem Maurerwerk von Bruchſteinen ausgefüllt worden.

	183166	2	8

*) Die Koſten für die Lehrbogen und den Abbruch und die Wegſchaffung der Bruchſteine vergleichen ſich mit dem Werthe dieſer Bruchſteine, welche dem Unternehmer überlaſſen worden ſind.

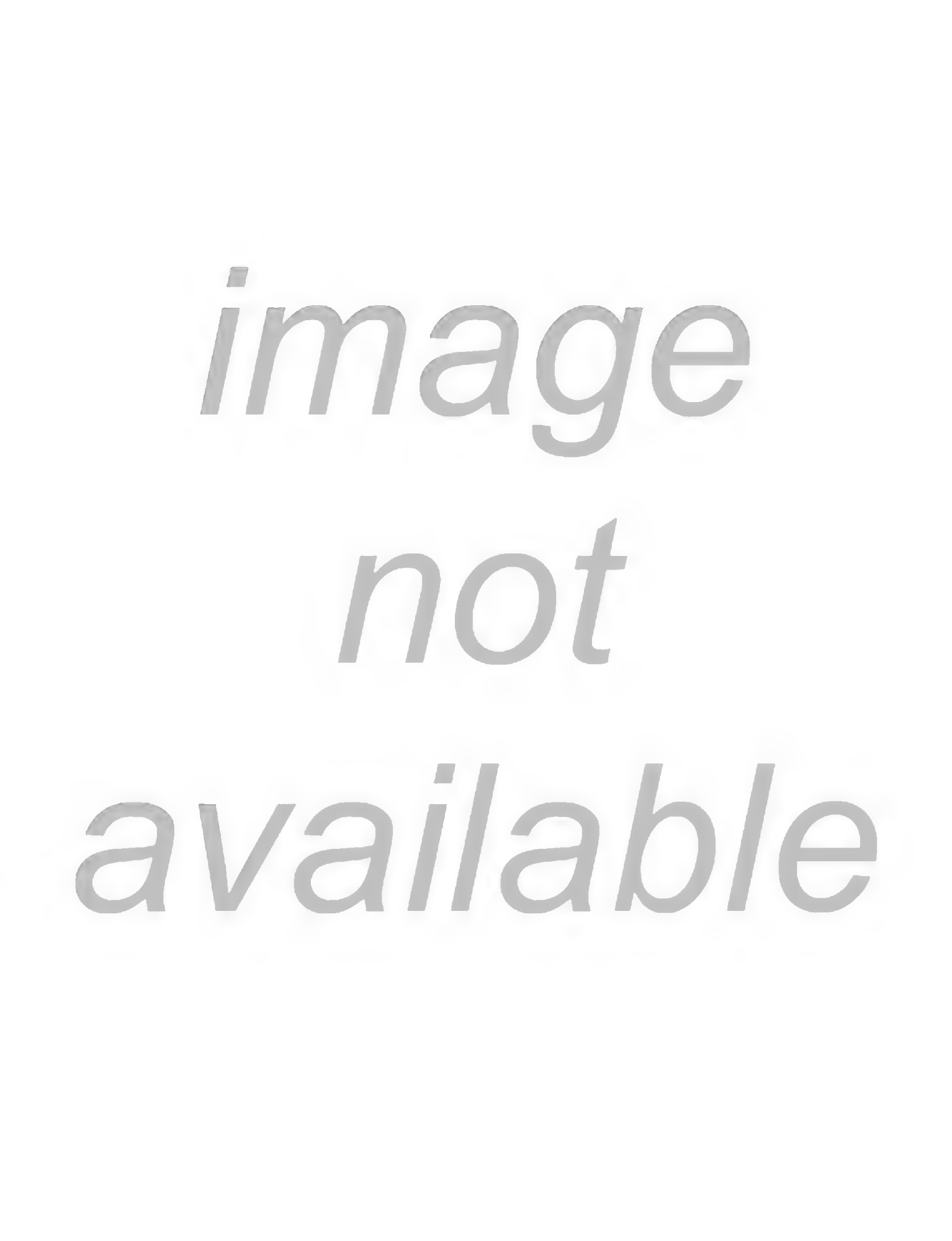


image
not
available

	Livres	Sous	D.
Uebertrag : :	300000	8	5
Die Wasserschöpfungskosten, mit Einschluß der Scheibenkünste und Schaufelwerke, während der 4 Jahre, in welchen die vorbemerkten Mauern erbaut worden, haben betragen	30961	11	7
Für Abtragung und Wegschaffung von 148 Cubiktoisen Schlamm von der Stelle, auf welcher die fraglichen Mauern erbaut worden, kommen in Rechnung für die Toise 21 Livres 10 Sous, also überhaupt . . .	3182		
Diese Mauern sind mit Quadersteinen bekleidet und mit Bruchsteinen hintermauert worden; enthalten 529 Quadrattoisen Oberfläche, wovon jede einzeln abgeschätzt worden auf 172 Livres, also alle zusammen auf .	90988		
Die Geländer sind 133 Toisen lang, 3 Fuß hoch aufgeführt worden, und betragen solche, die laufende Toise zu 50 Livres gerechnet, . .	6650		
Es sind 21 Toisen Gesimse um den niedrigen Theil der Rampenmauer versetzt worden, welche zu 20 Livres betragen	420		
Die Auffüllung hinter der 36 Toisen langen Kaimauer auf der Straße von Blois nach Tours, und weiterhin bis zu dem Kreuz, mit dem Beynamen: „Der Todte brachte den Lebendigen um" (Mort tua le vif), enthält nach der vorgenommenen Ausmessung 1541 Cubiktoisen 3 Cubikfuß, kostet also, 10 Livres für die Cubiktoise mit Einschluß des darauf gebrachten gesiebten Grandes gerechnet	15415		
Der vorher erwähnte Kai ist mit Sandsteinen in 312 $\frac{13}{36}$ Quadrattoisen gepflastert, beträgt zu 7 Livres für die Quadrattoise	2186	10	7
Die vorerwähnte Rampe am Anlageplatz nach dem Kapuzinerkloster zu ist ausgefüllt worden. Diese Auffüllung enthält 841 Cubiktoisen, welche, zu 6 Livres gerechnet, betragen	5046		
Die alte Brücke über die Loire ist bis auf den niedrigsten Wasserstand abgetragen worden. Die daraus gewonnenen Materialien hat man dem Unternehmer überlassen, da der Abtrag sehr beschwerlich war. Außerdem sind demselben 10000 Livres bewilligt worden, um das Abtragen bis auf 2 Fuß unter dem niedrigsten Wasserstande in dem Theile unter 4 Bogen zwischen der Insel Lamotte, und einem 5ten auf der Stadtseite, welcher stehen geblieben ist, fortzusetzen. Der Unterzeichnete hält diese Summe für angemessen, da das Abbrechen unter dem Wasser sehr beschwerlich gewesen ist, und eine große Menge Rostpfähle ausgezogen werden mußte, welche Arbeiten sämmtlich wegen Erleichterung der Schifffahrt nöthig waren, und kommen daher hier in Rechnung	10000		
Nach dem Beschluß des Staatsraths vom 8ten April 1753 sind von den zum Bau der Brücke bei Orleans bestimmten Geldern, zu deren Betrag die zur Brücke gehörigen und zum Bau nöthig gewesenen Arbeiten abgeschätzt worden, 100000 Franken zum Bau der Vorderseiten der neuen nachmals sogenannten Königsstraße, die man in der Richtung der Brücke			
	464849	10	7

Digitized by Google

	Livres	Sous	D.
Uebertrag . .	464849	10	7

bis zum Martrois-Platz durchgebrochen hatte, entnommen worden. Diese Summe muß von dem Preise der besagten Vorderseiten abgezogen werden, deren Ausführung dem verstorbenen ꝛc. Johann Chopine, der zugleich Unternehmer des Brückenbaues, und in dessen Stelle, nach einer von dem verstorbenen Intendanten von Orleans am 18ten Junius 1753 aufgenommenen Verhandlung, der ꝛc. Johann Rondel getreten war, für 200154 Livres überteagen worden. Die übrigen hier vorerwähnten 100000 Livres müssen von der Gemeindesteuer und den aus dem Verkauf der zur Anlegung der neuen Steaße gewonnenen Geldern genommen werden. Da die angeführte Summe von 100000 Livres ihrer Bestimmung gemäß verwandt worden, so muß dieselbe dem Unternehmer auf seine Verdingssumme, in Gemäßheit des besagten Beschlusses vom 8ten April 1753, noch zugerechnet werden mit 100000

Zähigeld für die Ober- und Unter-Wege- und Brücken-Rendanten .	22007	2	5
Betrag der Mehrkosten . .	586856	13	

Alle vorangeführte Mehrarbeiten und Mehrausgaben sind den Unternehmern aufgegeben, und zur Festigkeit der Brücke und zu den Nebenarbeiten nöthig geworden. Diese sind sämmtlich gut und dauerhaft nach den Regeln der Kunst angefertigt, und können eben sowohl, als die Arbeiten an der Brücke selbst, angenommen werden. Daher kann dem ꝛc. Johann Rondel die ganze Verdingssumme von 2,084000 Livres, und der Betrag der Mehrarbeiten und Mehrausgaben mit 586856 Livres 13 Sous, zusammen mit 2,670856 Livres 13 Sous, in so weit solches noch nicht geschehen, ausgezahlt werden, nämlich 2,570856 Livres 13 Sous auf die Brücke und die darauf führenden Wege, und 100000 Livres auf die Arbeiten an den Vorderseiten der Häuser in der Königsstraße zu Orleans, in Gemäßheit des vorerwähnten Staatsraths-Beschlusses vom 8ten April 1753, und da der ꝛc. Johann Rondel, auf Befehl des Hrn. Intendanten von Orleans vom 30sten December 1761, in Bezug auf die angeführten Arbeiten an den Vorderseiten, in die Stelle des verstorbenen ꝛc. Johann Chopine getreten ist.

Geschehen wie oben.

Unterz. Perronet.

Erklärung der Kupfertafeln,

welche verschiedene zum Bau der Brücke bei Orleans gebrauchte Maschinen darstellen, und Erfahrungen, welche über die Anwendung derselben gemacht worden.

Tafel 32.

Schaufelwerk, welches vom Strom, mittelst eines Wasserrades und eines Drehlings, getrieben worden; s. Fig. 1. und Tafel 28. unter der Ueberschrift: Schaufelwerk.

Erfahrung.

Als das Wasser im Strome $1\frac{1}{2}$ Fuß höher stand, als beim kleinsten Wasser, drehte sich das große Rad 165 Mahl in einer Stunde um, hatte also etwas weniger als 2 Fuß Geschwindigkeit in der Secunde, während der Strom im günstigsten Zustande 6 Fuß hatte *). Diese Erfahrung ist mehrere Mahle wiederholt worden, um die Ungleichheit der Bewegung dieses großen Rades sicherer schätzen zu können, welche daher rührte, daß das Wasser durch diesen Theil des Strombettes langsamer ging, als durch die andern, woraus dann eine Aufschwellung entstand, die so lange zunahm, bis sie beträchtlich genug war, um dem Wasser Abfluß zu verschaffen, und dadurch die Geschwindigkeit des Rades beschleunigte.

Als der Strom 2 Fuß höher stand, als beim kleinsten Sommerwasser, ging das Rad 180 Mahl in einer Stunde um, hatte also beinahe 3 Fuß Geschwindigkeit, der Strom aber 9 Fuß; bei $2\frac{1}{2}$ Fuß Wasserstand machte das Rad 216 und endlich bei 3 Fuß 240 Umgänge in der Stunde, oder 4 in der Minute.

Als das Rad nur 165 Mahl umging, waren die Schaufeln 30 Zoll tief eingetaucht, und eben so tief bei 180 Umgängen; allein bei 216 und 240 Umgängen durfte der eingetauchte Theil nur 15 Zoll hoch sein, und doch wurde das Rad wegen der großen Heftigkeit des Stroms, der bis zur Hälfte der Höhe des Halbmessers stieg, zwei Mahl fortgerissen. Daher können 180 Umgänge als die mittlere Geschwindigkeit angesehen werden, um so mehr, als der Wasserstand, bei welchem dieselbe Statt fand, den größten Theil des Sommers über angehalten hat.

*) Hier ist angenommen, daß der größte Effect hervorgebracht werde, wenn die Geschwindigkeit der Schaufeln = $\frac{1}{3}$ der Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers. Vergl. Eytelwein's Handbuch der Mechanik §. 182. u. §. 187 bis 189. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

Effect.

Um den Effect dieser Maschine zu bestimmen, muß man erwägen, daß das große Rad 124 Kämme hatte, und der Drehling, in welchen diese eingriffen, 15 Stöcke. Das Getriebe, um welches die Kette des Schaufelwerks ging, hatte 8 Stöcke, deren jeder eine Schaufel fortschob, so daß bei jeder Umdrehung des großen Rades $66\frac{2}{15}$ Schaufeln aus der Röhre kamen, und in einer Stunde bei 180 Umgängen 11904. Jede Schaufel hob 290 Cubikzoll Wasser, so daß in jeder Stunde $1997\frac{7}{9}$ Cubikfuß Wasser gehoben wurden, also ohngefähr 5 Mahl so viel, als mit einer Scheibenkunst, bei eben der Förderungshöhe von 12 Fuß, oder in 24 Stunden wenigstens 1200 Muids. Vergleicht man diese Maschine mit dem bei Meuilli gebrauchten Schöpfrade, dessen Effect dem von 12 Scheibenkünsten gleich gesetzt worden, wenn das Wasser in beiden Fällen 10 Fuß hoch gehoben werden soll; so sieht man, daß das Schöpfrad unter übrigens gleich angenommenen Umständen, wie dies hier recht wohl Statt finden kann, vortheilhafter ist, als das Schaufelwerk, und zwar in dem Verhältniß 12 : 5. Darum ist anzurathen, lieber Schöpfräder als Schaufelwerke zu gebrauchen.

Diese letztere Maschine ist indessen beim Wasserschöpfen bei der Brücke bei Orleans sehr nützlich gewesen, wenn man ihren Effect dem von 5 Scheibenkünsten gleich setzt. Dadurch wurden täglich 60 Mann, also 84 Livres, erspart, wovon immer noch 72 Livres täglich reiner Ueberschuß bleiben, wenn 12 Livres Unterhaltungskosten, und zur Bezahlung von 2 Mann Wache dabei, abgezogen werden.

Preise der einzelnen Theile dieser Maschine.

Balkenmaas	Fuß	Zoll		Livres	Sous	D.
80	1	10	Eichenholz zu 2 Livres 15 Sous	220	14	
24	3		desgleichen zu 3 Livres	73	10	
27	1	2	Rüsternholz zu 4 Livres 10 Sous	122	10	
132				416	14	
$630\frac{1}{2}$ Pfund Eisen zu 3 Sous 6 Deniers				110	6	9
Zimmerarbeits-, Holztrenner- und Tischler-Arbeitslohn, zu 30 u. 35 Sous, kostete				263	13	6
Dem Zimmermeister monatlich zu 90 Livres				120	10	
Schmiedelohn bei Verarbeitung des Eisens				234		
Betrag der Kosten für die Maschine bis zur Stelle .				1145	4	3

Scheibenkunst.

Taf. 32. Fig. 2. und Taf. 28. unter der Ueberschrift: Scheibenkunst.

Effect.

Man giebt den Röhren der Scheibenkünste gewöhnlich 12, 15 bis 18 Fuß Länge. Die längsten werden 5 Zoll, die andern 6 Zoll im Durchmesser weit ausgebohrt. Zur Bewegung derselben gehören 4 Mann, welche an Kurbeln von 15 bis 16 Zoll Bug arbeiten; diese werden alle zwei Stunden abgelöst, und man bedarf 3 Ablösungen oder 12 Mann, wenn die Arbeit Tag und Nacht fortgehen soll.

Diese Arbeiter drehen die Kurbel in der Minute 20 bis 25, höchstens 30 Mahl um, je nachdem das Wasser hoch zu fördern ist und die Aufseher fleißig Achtung geben.

Hier soll eine Erfahrung mitgetheilt werden, die mit einer 18 Fuß langen, 5 Zoll weit gebohrten Scheibenkunst, durch welche das Wasser 15 Fuß über den Wasserspiegel im Fangedamm gehoben werden mußte, gemacht worden ist.

Vier Mann, welche in der Minute 30 Umdrehungen machten, füllten ein Gefäß von 15 Cubikfuß Inhalt in 108 Secunden, förderten also in der Stunde 500 Cubikfuß oder $62\frac{1}{2}$ Muids, und bei jeder Umdrehung gingen $4\frac{1}{3}$ Fuß Kette über die Gabelwalze.

Man bemerke, daß man von der Länge einer Scheibenkunst noch ohngefähr 3 Fuß für den Theil abrechnen muß, der in den Sumpf und unter das Wasser zu stehen kommt, wenn man die wahre Förderungshöhe wissen will. Man weiß auch, daß die Arbeiter nachlassen, wenn sie nicht beobachtet werden, besonders bei Nacht, weshalb das Wasser im Fangedamm des Morgens gewöhnlich gestiegen ist, und immer einige Stunden angewendet werden müssen, um dasselbe wieder so tief zu senken, als es den Abend vorher gestanden hat. In Erwägung dieser Umstände könnte man sogar die Mittelzahl der Umdrehungen der Kurbel zu 25 annehmen.

Dieser letztere Umstand veranlaßte, daß eine Maschine an den Kurbeln angebracht wurde, um die Umdrehungen zählen zu können. Mit Hülfe dieser Maschine wurden die Umdrehungen den Arbeitern hundertweise verdungen; auch wurde dieselbe mit Erfolg bei verschiedenen Arbeiten angewandt. Die Beschreibung derselben findet man in Belidor's hydraulischer Architectur.

Digitized by Google

Man muß nicht unbemerkt laſſen, daß, da während eines Verſuchs auf die Arbeiter Achtung gegeben wurde, und ein ſolcher überdies nicht lange dauerte, dieſe hierbei ſchneller arbeiteten, als wenn ſie 2 Stunden lang ununterbrochen fort drehen, und ſich mehr ſelbſt überlaſſen ſind, ſo daß man, wie ſchon geſagt, anſtatt 30 Umdrehungen nur 25 rechnen kann, wodurch ſich der gefundene Effect von 62½ Muids auf ohngefähr 416 Cubikfuß oder 52 Muids in der Stunde, und auf 1248 Muids in 24 Stunden verringern würde, wenn das Waſſer höchſtens 15 Fuß hoch gehoben werden ſoll.

Angabe der Preiſe der einzelnen Theile einer Scheibenkunſt.

	Livres	Sous	Den.
Eine 12 Fuß lange Scheibenkunſt hat zu Orleans gekoſtet . . .	123	15	11
und jeder Fuß mehr desgleichen	3	13	6
Das Stück Leder, welches aus Remours kam, koſtete 50 Livres. Aus einer Haut wurden 180 Scheiben zu den Püſcheln von 5 Zoll im Durchmeſſer geſchnitten, oder 150 Stück von 5 Zoll 6 Linien. Bei einer Scheibenkunſt von 15 Fuß Länge mit 9 bis 10 Püſcheln werden in 24 Stunden 4 Scheiben, ein Viertelpfund Schmiere, und 4 bis 5 Ringe verbraucht.			
Ein Püſchel koſtete.	3		
Ein Ring		3	
Das Pfund Nägel aller Art koſtete		7	
Eine Gabel zur Gabelwalze 2½ Pfund ſchwer	1	5	
Ein Bolzen mit Schraube und Mutter 2 Pfund 1 Unze ſchwer . . .	1		
Ein Bügel mit Schrauben 8½ Pfund ſchwer.	3	10	
Ein Zapfenlager für die Kurbel 7 Pfund ſchwer	1	15	

Schöpfrad.

Tafel 32. Fig. 3.

Effect.

Dieſe Maſchine hob das Waſſer ohngefähr 8 Fuß hoch. Der Effect derſelben war nach den verſchiedenen Höhen des Waſſers, in welchem ſie ging, ſehr verſchieden.

1) Wenn ſie 1 Fuß tief im Waſſer ſteht, ſo können 12 Mann, welche alle zwei Stunden abgelöſt werden, ſolche in der Minute 2 Mahl, alſo in der Stunde 120 Mahl, umdrehen; bei jeder Umdrehung leeren ſich 24 Zellen aus, deren jede

1½ Cubikfuß enthält, ſo daß das Rad in der Stunde 4320 Cubikfuß oder 540 Muids giebt. Aber dann müſſen die Arbeiter fortwährend angetrieben werden, indem ſonſt die Maſchine langſamer geht, und der Effect nicht mehr derſelbe bleibt.

2) Wenn die Maſchine 9 Zoll tief im Waſſer geht, ſo können eben ſo viel Mann in der Minute 2½ oder in der Stunde 150 Umdrehungen machen; allein dann enthält jede Zelle auch nur 1 Cubikfuß Waſſer, und es werden nicht mehr als 450 Muids gefördert.

3) Wenn ſie nur 6 Zoll tief im Waſſer geht, ſo machen eben ſo viel Mann in der Minute 3 Umdrehungen. Aber dann enthält jede Zelle nur ¾ Cubikfuß, nämlich ⅝ Cubikfuß, welche in die Zellen gerade hineintreten, und ⅛ Cubikfuß, welcher darin noch in die Höhe ſtieg, ſo daß das Rad mit 180 Umdrehungen in der Stunde 405 Muids hob.

4) Endlich, wenn die Maſchine nur 3 Zoll tief im Waſſer ging, ſo konnte, obgleich dieſelbe Anzahl Arbeiter beibehalten wurde, doch nur auf 3 Umdrehungen in der Minute gerechnet werden, ſo daß deren in der Stunde 180 gemacht und 4320 Zellen ausgegoſſen wurden, von denen jede nur ½ Cubikfuß enthielt, nämlich ⅜ Cubikfuß, welche in die Zellen gerade hineintreten, und ⅛ Cubikfuß, welcher darin noch in die Höhe ſtieg, indem das Waſſer um ſo ſchneller in die Zellen ſtrömte, je ſtärker das Rad in Bewegung war, wobei dann in der Stunde 270 Muids gefördert wurden.

Will man den Effect dieſer Maſchine in einem Falle, wie der bei der letzten Erfahrung, mit dem der vorerwähnten Scheibenkunſt vergleichen, womit das Waſſer 15 Fuß hoch gehoben werden ſoll, und welcher auf 41 Muids in der Stunde abgeſchätzt worden iſt, ſo muß bemerkt werden, daß, wenn das Waſſer nur, wie mit dem Schöpfrade, 8 Fuß hoch gehoben werden ſollte, der Effect der Scheibenkunſt doppelt ſo groß, oder ohngefähr 80 Muids in der Stunde ſein würde, und daß dann die Wirkung des Schöpfrades der von 3⅛ Scheibenkünſten gleich geſetzt werden könnte. Allein wenn man erwägt, daß drei Mahl ſo viel Menſchen zur Bewegung des Rades gehören, ſo wird man einſehen, daß in einem Falle, wie der bei der letzten Erfahrung, daſſelbe nicht mit Vortheil angewendet werden kann.

Nicht ſo iſt es in Fällen, wie die bei der zweiten und dritten Erfahrung, wo in der Stunde 450 und 405 Muids gefördert worden ſind, alſo beinahe eben ſo viel, als mit 6 und 5 Scheibenkünſten, wovon jedoch nur der dritte Theil genommen werden muß, da, wie ſchon geſagt, 3 Mahl ſo viel Arbeiter nöthig ſind.

Digitized by Google

Mit der ersten Erfahrung soll keine Vergleichung angestellt werden, da hierbei die Arbeiter übertrieben angestrengt wurden.

Hieraus geht hervor, daß es im Allgemeinen vortheilhaft sein würde, sich des Schöpfrades zu bedienen, wenn das Wasser nur 8 Fuß hoch gehoben werden soll, da die Reibung bei demselben geringer ist, als bei den Scheibenkünsten; allein auf der andern Seite muß man bedenken, daß diese Maschine, die 18 Fuß im Durchmesser hat und 7000 bis 8000 Pfund wiegt, sehr schwer aufzustellen und von einem Orte zum andern zu schaffen ist. Sie nimmt auch außerdem viel Raum auf der Baustelle ein, und kann nicht mit Leichtigkeit gehoben und gesenkt werden, was der Fall sein müßte, um den Effect derselben bei verändertem Wasserstande im Fangedamme zu vergrößern. Dieser Unbequemlichkeiten wegen ist das Schöpfrad beim Bau der Brücke bei Orleans nicht weiter gebraucht worden.

Holz.

	Livres	Sous
In das Schöpfrad und dessen Gerüste kamen 91 Balkenmaaß 2 Fuß 5 Zoll Holz zu 2 Livres 15 Sous, blos für das Holz	251	3
Die Rinnen wurden mit 4 Livres 10 Sous für das Balkenmaaß an Holz und Arbeitslohn bezahlt. Das Holz ohne Arbeitslohn	2	15
Das übrige Holz mit Arbeitslohn	3	15
Rüsternholz ohne Arbeitslohn	4	10

Eisen.

Das Pfund Eisen ohne Arbeitslohn zu Bügeln, Schraubenbolzen, Scharnieren und Winkeln, ist mit 3 Sous 6 Deniers bezahlt worden.

Das Pfund Seilwerk aller Art mit 7 Sous.

Archimedische Wasserschnecke.

(Man s. die angeführte Kupfertafel Fig. 4.)

Die eigentliche Schnecke war 18 Fuß lang und hatte 18 Zoll im äußern Durchmesser. Man gab derselben mehr oder weniger Neigung, aber gewöhnlich 30 Grad, welches 4 Fuß senkrechten Abstand vom tiefsten Punkte bis zum Ausguß gab, und dann hob die Maschine das Wasser ohngefähr 3½ Fuß hoch. Die Kurbel hatte einen Fuß Bug; ihre gegen den Horizont geneigte Lage ermüdete die 2 Mann, welche daran arbeiteten, sehr. Gewöhnlich geschahen 30 Umdrehungen in der Minute, und der Effect war dann in der Minute 9 und in der Stunde 540 Cubikfuß.

Digitized by Google

Diese Maschine wurde sehr wenig gebraucht, und zum Ausschöpfen der einzelnen Abtheilungen in den Fangedämmen ließen sich Eimer und Schöpfen am besten anwenden, besonders aber die Eimer.

Vitruv, der dieser Schnecke erwähnt, gab ihr 8 Gänge, welche unter einem Winkel von 45 Grad gegen den Umring der Grundfläche geneigt waren. Die hier gebrauchte hatte nur 3 Gänge, welche einen Winkel von ohngefähr 14 Grad mit diesem Umringe bildeten.

Roßkunst zur Bewegung von zwei Schaufelwerken.

(Auf derselben Kupfertafel Fig. 5.)

Diese Maschine wurde mit 12 Pferden zugleich getrieben, welche im Durchschnitt 140 Umgänge in einer Stunde machten, wenn alles ohne Unterbrechung im Gange blieb; hiervon muß aber ein Zehntheil für Verlust an Zeit beim Umspannen und bei der Herstellung von Beschädigungen am Zeuge abgerechnet werden, und man kann daher nur 126 Umgänge annehmen. Das große Rad hatte 115 Kämme; der große Drehling 12, und der kleine 8 Stöcke, so daß in jeder Stunde in jedem der zwei Schaufelwerke 9660 Schaufeln aus der Röhre kamen.

Wenn man keine Rücksicht auf die geneigte Lage des Schaufelwerks nähme, so müßte diese Zahl in einen Wasserkörper multiplicirt werden, welcher dem Inhalt einer Zelle gleich wäre; allein wegen dieser Neigung wird die Wassermenge um so kleiner sein, um so näher die Lage der Röhre der senkrechten kommt. Im gegenwärtigen Falle beträgt die Neigung 21 Grad, wie solches in Fig. 5. vorgestellt ist.

Die Linie AB sei waagerecht, und mache mit der Richtung der Röhre des Schaufelwerks, welche durch AC vorgestellt ist, einen Winkel von 21 Graden. DF sei mit AB gleichlaufend. Der Wasserkörper, welchen jede Zelle im Augenblick des Ausgusses enthält, wird daher durch die Fläche $ADFG$, multiplicirt mit der Breite des Wasserkastens, ausgedrückt werden können.

Abmessungen jeder Zelle.

Höhe der Schaufeln	6 Zoll	}	270 Cubikzoll.
Entfernung derselben	6		
Breite des Wasserkastens	7 6		

Um

Um den Inhalt dieſes körperlichen Raumes zu finden, hat man im rechtwinklichten Dreieck DEF den Winkel D von 21 Graden. Der Winkel E iſt ein rechter, alſo der Winkel $F=69$ Grad. Außerdem iſt die Seite DE bekannt. EF läßt ſich leicht finden, nämlich = 2 Zoll 3 Linien, welche mit 6 Zoll als der Entfernung der Schaufeln, und 7 Zoll 6 Linien als der Breite des Waſſerkaſtens multiplicirt, 101¼ Cubikzoll als Inhalt dieſes körperlichen Raumes giebt, die von 540 Zoll abgezogen den Inhalt jeder Zelle geben. Wird der Reſt von 438¾ Cubikzoll mit 9660, als der Zahl der Schaufeln, welche in einer Stunde aus der Röhre gehen, multiplicirt, und das Product doppelt genommen *), da 2 Schaufelwerke vorhanden ſind, ſo finden ſich 4905½ Cubikfuß Waſſermenge, welches beinahe dem Effect von 15 Scheibenkünſten zu 328 Cubikfuß, wenn das Waſſer 15 bis 16 Fuß hoch gehoben werden ſoll, gleichkommt. Allein wegen des unvermeidlichen Verluſts, wegen des Spielraums, den die Schaufeln im Waſſerkaſten erhalten müſſen, und wegen der Bewegung, in welche der Waſſerſpiegel kommt, kann dieſer Effect nur dem von 12 Scheibenkünſten gleichgeſetzt werden.

Zu den beiden Schaufelwerken wurden täglich 36 Pferde gebraucht, welche zu 3 verſchiedenen Mahlen angeſpannt wurden, und, jedes zu 3 Livres, 108 Livres koſteten.

Zu jeder Scheibenkunſt gehörten, wie ſchon geſagt, täglich 12 Mann, welche auch zu 3 verſchiedenen Mahlen in Arbeit kamen; was, das Tagelohn zu 28 Sous gerechnet, 201 Livres 12 Sous für dieſe doppelten Scheibenkünſte giebt, alſo 93 Livres 12 Sous Mehr-Ausgabe gegen die 2 Schaufelwerke, wenn die übrigen Ausgaben für beide Maſchinen gleich angenommen werden; wonach die Schaufelwerke weit vortheilhafter ſind, als die Scheibenkünſte **).

*) Dies iſt ſchon vorhin geſchehen, als 101¼ Cubikzoll nicht halbirt, ſondern ganz von 540 = 2.270 Cubikzoll abgezogen worden, wonach alle in dieſem Satze noch folgende Zahlen leicht berichtigt werden können. Anm. d. Ueb.

**) Nach der vorſtehenden Anmerkung tritt hier der umgekehrte Fall ein. Anm. d. Ueb.

Kippschaufel.

(Auf derselben Kupfertafel Fig. 6.)

Diese Maschine schöpfte, wenn 20 Mann daran arbeiteten, nämlich 10 auf jeder Seite, 150 Mahl in einer Viertelstunde, und warf jedes Mahl 4 Cubikfuß 3 Fuß hoch, also in der Stunde 2400 Cubikfuß.

Jeder Mensch zog wegen der schiefen Richtung der Seile nur etwa mit 24 Pfund Kraft und nur 5 Mahl in der Minute. Die Arbeit war mäßig, und die Leute brauchten nicht eher abgelöst zu werden, als wenn auch die Nacht gearbeitet werden sollte. Diese Maschine wurde verworfen, weil sie zu viel Platz einnahm, und weil die Bewegung, in welche das Wasser durch die Schläge derselben gesetzt wurde, das Mauerwerk verdarb.

Das Schöpfen mit Eimern wurde dem Schöpfrade, der Wasserschnecke und der Kippschaufel vorgezogen. Die Arbeiter hoben das Wasser bis 5½ Fuß hoch, und jeder in der Minute ohngefähr 1 Cubikfuß.

Wenn das Wasser nur 3 Fuß hoch gehoben werden sollte, so schöpfte jeder Arbeiter ohngefähr 2 Cubikfuß in der Minute, also etwa eben so viel, als mit der Kippschaufel. Man muß zwar die Arbeiter sich ablösen lassen, und folglich doppeltes Tagelohn ausgeben, aber diese Arbeiten dauern so kurze Zeit, daß durch die Maschine kaum so viel erspart werden könnte, als ihre Anfertigung kosten würde.

Erklärung der 33sten Kupfertafel.

Fig. 1. 2. 3.

Grundriß, Durchschnitt und Ansicht einer bei Orleans angelegten hölzernen Brücke, zur Unterhaltung des Uebergangs bis zur Beendigung der neuen steinernen Brücke.

Fig. 4. 5. 6.

Grundriß, Seiten- und Vorder-Ansicht einer Maschine, womit die Pfähle und Spundbohlen der Fangedämme ausgewuchtet worden sind.

Erfahrungen über den Gebrauch dieser Maschine.

Fünf Mann sind hinreichend, um mit dieser Maschine zu arbeiten, sie mag auf einem Schiffe stehen, oder auf dem Fangedamme selbst, dessen Pfähle ausgezogen

werden sollen, und in diesem letztern Falle läßt man hier und da Pfähle zum Gerüste stehen. Vier Mann stehen an dem Hebelsarme, und der fünfte schlägt auf den Kopf des Pfahls.

Im Jahre 1752 wurde für die laufende Toise Fangedamm, oder 2 Toisen auf beiden Seiten auszuziehen, in Verding 10 Livres bezahlt. Jede Seite bestand aus 4 Pfählen und 8 Spundbohlen von 16 bis 17 Fuß Länge, die 3 bis 4 Fuß tief im festen Boden staken. Für diesen Preis mußten die Arbeiter auch noch das Holz an das Ufer schaffen.

Im Jahre 1753 kam eine eben solche laufende Toise auf 9 Livres zu stehen.

In eben diesem Jahre kostete ein kleiner Neben-Fangedamm von 23 Toisen Länge von 14 Fuß langen und 4 Zoll starken Pfählen und 13 bis 14 Fuß langen Spundbohlen 120 Livres, also die Toise ohngefähr 5 Livres 4 Sous. Die Pfähle und Bohlen staken 10 Fuß im Grunde, der aus grobem Kies und Thon bestand.

Fig. 7. 8.

Vorder- und Seitenansicht der fliegenden Gerüste, worauf die Brückenhäupter nachgeputzt und in den Fugen verstrichen wurden.

Fig. 9. 10. 11. 12. 13.

Grundriß, Vorder- und Seitenansicht eines von den Krahnen, welche bei Erbauung der Bogen der Brücke bei Orleans gebraucht wurden.

Beschreibung der einzelnen Stücke Holz und Eisen, welche zu einem solchen Krahn gebraucht worden.

Holz.

Bezeichnung der Stücke.	Länge.			Breite.		Stärke.		Cubikinhalt.			
	Fuß	Zoll	Lin.	Zoll	Lin.	Zoll	Lin.	Balkenmaaß	Fuß	Zoll	Lin.
4 Kreutzschwellen	20	3		10		10		18	4	6	
4 Riegel dazwischen, jeder	1	8		9		10		1	2	2	
Eine Wendesäule	26	6		16		16		15	4	2	8
8 untere Strebebänder, jedes . . .	15			7		7		13	3	8	
Erste große Zange	21	6		8		30		11	5	8	
Zweite große Zange	13	6		6		28		5	1	6	
Seitenbetrag . .	.	.	.	.	.	.	.	66	3	8	8

Bezeichnung der Stücke.	Länge.			Breite.		Stärke.		Cubikinhalt.			
	Fuß	Zoll	Lin.	Zoll	Lin.	Zoll	Lin.	Balkenmaaß	Fuß	Zoll	Lin.
Uebertrag . .	.	.	.	.	.	.	.	66	3	8	8
Eine große Hängesäule.	15	9		7		12		3		4	6
Eine kleine Hängesäule.	9	6		7		12		1	5	1	
Ein Band an die große Hängesäule . .	6	9		6		7			3	11	3
Ein dergleichen an die kleine Hängesäule .	5	8		6		7			3	3	8
Die Welle	9	6		11		11		2	3	11	7
Mittlerer Umfang des Treteades bei 11 F. 9 Z. Durchmesser	36	11	2	3		4		1		1	10
4 große Aeme des Rades, jeder . . .	12			3		4		1	2		
4 kleine dergleichen, jeder.	3	4		3		4			2	2	8
4 Bändee des Rades, jedes	3	7		3		4			2	4	6
4 Riegel, jeder	1	2		3		4				9	6
Erstee Theil des Krahnbalkens . . .	43	4		11		11		12		9	11
Zweiter Theil desselben, so auf den vorigen gepfropft	18	3		10	6	10	6	4	3	11	4
Lestes Band am Krahnbalken. . . .	24	6		8		8		3	3	9	4
Zweites Band am Krahnbalken . . .	24	6		7		7		2	4	8	1
Dritte Zange	9			6		28		3	3		
Vierte Zange	5	10		6		28		2	1	7	4
Fünfte Zange	5	10		6		28		2	1	7	4
Sechste Zange	2	6		6		28			5	10	
Betrag alles Holzes . .	.	.	.	.	.	.	.	110	5	2	6

Eisen.

Eine Hülse zur obern Rolle mit Bolzen und Haken	36 Pfund
Eine andeee Hülse, an welcher der Sförmige Haken hängt, mit Bolzen . .	110
6 Haken am Krahnbalken zum Anhängen der Hülse, ein Bügel über den Krahnbalken, zwei Schienen auf die Schwellen, zusammen	141
Der Ring um die Welle, und 4 zu den Riegeln; ein Zapfen mit Pfanne, 3 Ringe um die Wendesäule	159
41 Bolzen zu den Zangen und Rollen	379
28 Schraubenbolzen zum Rade	32
8 Splitte zu den Leisten	9½
Betrag des Eisenwerks . .	866½

Zum Abbinden dieses Krahns waren 100 Zimmermanns-Arbeitstage erforderlich, zum Richten 32 und zum Einnehmen 18, also überhaupt 148 Tage.

Digitized by Google

Die gewöhnlichen Seile, die zum Bau der Bogen gebraucht und mittelst einer Rolle doppelt genommen wurden, waren 225 Fuß lang, hatten 6½ Zoll im Umring, und wogen jedes 148 Pfund.

Fig. 14.

Aufriß der Hälfte einer der Curven eines Lehrbogens, wie solche zum Bau der Gewölbe gebraucht worden sind.

Jeder Lehrbogen bestand aus 7 Curven.

Drei Lehrbogen waren für alle 9 Bogen hinreichend. Nur die Spannriegel wurden verändert, und längere eingebracht, wenn die Bogen mehr Oeffnung hatten.

Beim Versetzen der Gewölbsteine des ersten Bogens sah man die Nothwendigkeit davon ein, jede Curve durch die Verbandstücke *AA* und *DD* an den untern Enden der mittelsten Hängesäulen zu verstärken. Jedes dieser Stücke wurde durch 4 Bügel angezogen, und durch Schraubenbolzen mit dem Hängeband und dem Spannriegel verbunden, damit sich dieselben nicht senken oder heben konnten.

Fig. 15.

Durchschnitt der Hälfte eines Lehrbogens.

Damit die Curven nicht zur Seite weichen konnten, mußten auch noch 4 Strebebänder *B*, *C*, und die Kreuzverbände *E*, *E*, *E* eingebracht werden.

Fig. 16.

Zange, welche alle Curven umfaßt.

Digitized by Google

Berechnung des Holzes zum Lehrbogen des 100 Fuß weiten, 29 Fuß hohen, 46 Fuß breiten Brückenbogens.

Bezeichnung der Stücke.	Länge.			Breite.	Stärke.	Cubikinhalt.			
	Fuß	Zoll	Bruch	Zoll	Zoll	Balkenmaas Fuß	Zoll		Lin.
2 Hängesäulen, jede	8	2		16	16	9	4		10
2 dergleichen, jede	9	7		15	15	9	5	10	9
2 Hängebänder, jedes	21	7		15	15	22	2	10	9
2 dergl. und 1 Spannriegel, jedes Stück	20	2		14	14	27	2	8	4
2 obere Hängebänder, jedes	19	4		15	15	20		4	
2 dergl. und 1 Spannriegel, jedes Stück	22	2		14	14	30	1		4
2 Strebebänder, jedes	21			14	14	19		4	
2 Krümmlinge, jeder 291 Zoll lang 3 andre, jeder 1092 Zoll lang	104	7	1/2	12	12	34	5	3	
4 Streben, jede	8	2		9	9	6		9	
2 dergleichen, jede	6	4		9	9	2	2	4	
3 Spannriegel der kleinen Sprengwerke, zu	8	7		9	9	4	4	11	6
Eine Säule unter den mittlern	5			9	9		5	7	6
2 Sprengwerksbänder, zu	8	7		7	28	7	4	8	9
2 dergleichen, zu	9	8		7	28	8	4	4	10
Betrag für eine Curve						204	3	3	7
und für alle 7						1431	5	1	1
Hierzu									
4 Schwellen, zu	47	6		7	12	36	5	8	
4 große Zangen, zu	47			7	28	25	1	9	4
6 Riegelhölzer, zu	46	10		12	12	93	4		
95 Stück Schalholz, jedes zu	46	6		9	9	828	1	8	3
12 Paar Kreuzbänder in 24 Stücken, zu	8			9	9	36			
Betrag für den Lehrbogen						2512		2	8

Fig. 17. 18.

Grundriß und Durchschnitt eines Stückes Fangedamm, woselbst man eine Maschine zum Ausbaggern des Sandes aus dem Kasten des Fangedamms sieht, welche aber nicht ferner gebraucht wurde, seit man den von Hrn. von Lence erfundenen Bagger nach Art einer Kastenkunst kennt, welcher in jeder Hinsicht vorzuziehen ist.

Die Zeichnung dieser letzten Maschine mit Angabe der einzelnen Theile derselben findet man auf Taf. 6. und 7. der Beschreibung der Brücke bei Moulins. Aber

es wird um so passender sein, hier die einzelnen Theile dieses Baggers und deren Preise anzugeben, da dies in der Beschreibung der gedachten Brücke nicht geschehen ist.

Beschreibung der einzelnen Theile einer Maschine zum Ausbaggern des Sandes mit 24 Fuß langen Ruthen oder Läufern.

	Livres	Sous
In eine Baggermaschine von diesee Größe kommen 8 Balkenmaaß Holz. Sie besteht aus 4 Stück 24 Fuß langen Ruthen, 6 Drempeln, 3 Holmen, 4 Balken, 2 Bettungen, worauf die Arbeiter stehen, einee dritten, worauf der Sand fällt, und aus der Klappe. Holz und Arbeitslohn beträgt für 1 Balkenmaaß 9 Livees, und für 8 dergleichen. .	72	
Die Bewegung besteht aus einem Deehling nebst Welle, einem gezahnten Rade nebst Welle, welche zusammen 76 Pfund wiegen, und beträgt dies, das Pfund mit Einschluß des Arbeitslohns, zu 24 Sous geeechnet. . . .	91	4
Die Gabelwalze, übee welche die Kette geht, für das Holz 4 livres, und füe den Beschlag 26 Pfund zu 15 Sous, mit Einschluß des Arbeitslohns . .	23	10
2 Kurbeln, 2 Zapfenlagee, so in die Drempel eingelassen, 4 Streben, 64 Schraubenbolzen, 4 Bändee, um die Säulen des Geviertes zu halten, 8 Krampen oder Bügel an die Seile, 2 Schienen an die Klappe, Zapfen und 1 Haken an dieselde, alles zusammen 210 Pfund schwee, das Pfund mit Einschluß des Aebeitslohns 8 Sous	84	
Die Kette, welche gewöhnlich 50 Fuß lang sein muß, damit alles leicht gehe, besteht abwechselnd aus vollen und durchbrochenen Gelenken, und kostet das Pfund 8 Livees, oder der laufende Fuß 32 Sous.	80	
6 mit Blech beschlagene Kübel mit umgenieteten Nägeln und Krampen, um sie an die Kette zu befestigen, jeder mit Holz und Aebeitslohn 30 Livees, und alle 6	180	
3 eiseene Haken, jeder 40 Pfund, zusammen 120 Pfund schwer, das Pfund mit Aebeitslohn zu 8 Sous	48	
2 Rollen oder Walzen von Rüsteenholz mit eisernen Ringen und mit Blech beschlagen, eiserner Achse und Beschlag der beiden Backen, woran die Ruthen befestigt sind, jede mit Einschluß des Arbeitslohns 18 Livees	36	
2 hölzerne Achsen, jede mit einer eisernen Stange verstärkt, auf 4 walzenförmigen Rollen, ebenfalls mit Eisen beschlagen, wiegen zusammen 112 Pfund, zu 6 Sous.	33	12
	648	6

Uebertrag . .	648	6
4 eiſerne Stützen, um das Gerüſte der Maſchine auf den Fangedämmen zu halten, 170 Pfund ſchwer, zu 6 Sous	51	
2 Stacheln, um den Sand aufzurühren und in die Kübel zu ſchieben; 1 Hebebaum mit einem eiſernen Haken, um die Kette anzuhängen, wenn an derſelben etwas hergeſtellt werden ſoll; 4 Bolzen und 4 Stangen zur Bewegung der Ruthen; 2 Schraubenſchlüſſel, 1 Hammer, 1 Meißel und eine kleine Zange für die Arbeiter bei Herſtellung der Kette oder andern leichten Arbeiten, um das Tagelohn für einen Schmidt zu erſparen, überhaupt	18	
Betrag . .	717	6

Ent-

Entwurf
zu einer Brücke über die Seine, am Platze Ludwigs XV.

Die beträchtliche Anzahl Häuser, welche seit Erbauung der Königsbrücke in den Vorstädten St. Germain und St. Honoré aufgeführt worden sind, scheint die Anlegung noch einer Brücke nöthig zu machen, um eine neue Verbindung zwischen diesen Vorstädten herzustellen, von denen jede allein an einem andern Orte als eine große Stadt angesehen werden könnte. In dieser Absicht ist der Entwurf zu dieser Brücke so gemacht worden, daß sie vor den Platz Ludwigs XV. in der Richtung der Mittellinie der Königsstraße nach dem Bourbonschen Pallast zu liegen kommen soll. Die Entfernung dieser Brücke von der Königsbrücke würde 430 Toisen betragen, also nur um 35 Toisen von der der letztern von der neuen Brücke unterschieden sein. Auf Taf. 34. findet man einen Grundriß, einen Durchschnitt und einen Aufriß dieser Brücke.

Nachdem durch den Herrn Abbé Terray und Herrn Trudaine zu Choisi dem verstorbenen König das Modell dieser Brücke vorgelegt worden war, so genehmigte der letztere den Plan, und war zur Ausführung bereit. Es ist um so nöthiger, sich damit zu beschäftigen, als man sich schon früher von dem Nutzen einer solchen Anlage überzeugt hatte, und die Erbauung einer hölzernen Brücke an dieser Stelle bereits durch ein Königliches Patent vom 3ten Julius 1725, welches am 26sten desselben Monats beim Parlement eingetragen wurde, befohlen worden war.

Diese Brücke soll aus 5 Bogen bestehen. Der mittelste soll 88 Fuß weit sein, die zwei anliegenden jeder 80 Fuß, und die an den Stirnpfeilern jeder 72 Fuß. Die ganze Durchflußöffnung wird also 65 Toisen 2 Fuß weit, und da die 5 Bogen der Königsbrücke nur 56 Toisen 1 Fuß enthalten, so hat das Wasser 9 Toisen 1 Fuß Oeffnung mehr. Von diesem Ueberschuß muß jedoch der Queerschnitt des Leinpfades abgezogen werden, über welchen jedoch das Wasser weggehen kann.

Die Breite der Brücke zwischen den Häuptern soll, mit Einschluß von 7½ Fuß für jeden Fußweg, 48 Fuß betragen. Die Mittelpfeiler, in der reinen Mauer über den Grundmauern gemessen, werden 9 Fuß stark. Diese letztern setzen schichtenweise ab,

und kommen auf Roſtpfähle, Schwellen und hölzernen Belag ſo zu ſtehen, daß die Außenkante des Belags überall 5 Fuß vor der reinen Mauer vorſteht.

Jeder Pfeiler ſoll auf ſeinen äußern Enden aus zwei viereckigen Körpern beſtehen, deren jeder, in der Richtung von einem Haupt zum andern gemeſſen, 11 Fuß 3 Zoll lang iſt. Dieſe viereckigen Körper endigen ſich auf jeder Seite mit einem runden Pfeiler von 9 Fuß Durchmeſſer in Form einer Säule, der mit dem 4ten Theile ſeines Durchmeſſers in den viereckigen Körper fällt. Die Säulen auf den äußern Seiten bilden die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, und ſpringen überhaupt 6 Fuß 9 Zoll aus der Stirnfläche der Brückenhäupter heraus, und reichen mit ihrem Aſtragal und Capitäl bis unter das Geſimſe der Brücke. Die zwei innern Säulen gehen nur bis zum Kämpfer, und es bleibt in der Mitte derſelben ein Zwiſchenraum von 12 Fuß. Ganz dieſelbe Form erhält die äußere Seite jedes Stirnpfeilers. Dieſe letztern werden 48 Fuß ſtark, aber von der vordern und von der hintern Seite ausgehöhlt.

Vor dem Stirnpfeiler auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu wird ein Leinpfad angelegt. Auf jeder Seite in der verlängerten Richtung der Stirnpfeiler werden Mauern, welche mit Einſchluß der 9 Fuß breiten Pilaſter 13 Toiſen lang ſind, und hierauf noch Stücke Kaimauern, jedes ohngefähr 30 Toiſen lang, aufgeführt.

Die Gewölbe werden nach Kreisbogen von 117 Fuß bis zu 126 Fuß Halbmeſſer erbaut. Ihre Anfänge kommen ſämmtlich in einerlei waagerechte Ebene 18 Fuß über dem kleinſten Waſſerſtande zu liegen, und zwar auf viereckige, 3 Zoll hohe Körper auf den Kämpfern. Die Gewölbe werden im Schluß 4 Fuß ſtark, und die Wölbſteine im obern Theile bilden zugleich mit einen Theil des Geſimſes bis zu den Sparrenköpfen. Das Geſimſe erhält 4½ Fuß Höhe, kommt über dem mittlern Bogen waagerecht zu liegen, erhält aber über den andern Bogen auf beiden Seiten 2 Zoll Neigung auf die Toiſe, mit Ausſchluß der Theile über den Säulen, welche gleichfalls waagerecht zu liegen kommen, und zwar durch die Punkte, in welchen die Verlängerungen der um 2 Zoll auf die Toiſe fallenden Linien die Achſen der Säulen ſchneiden. Uebrigens müſſen die Seitenanſichten der Theile über den Säulen mit den zugehörigen Gliedern der ſchief liegenden Geſimſe zuſammenlaufen, weshalb die eine Seitenanſicht des Geſimſes über einer Säule jedesmahl nach hinten zu ſteigt, während die andere eben ſo um gleichviel fällt.

Dies Geſimſe ſteht 9 Zoll vor den Brückenhäuptern vor, um zuſammengenommen mit den Nebenpfeilern auf der hintern Seite der Säulen vertiefte Felder zu bil-

Digitized by Google

den. Jeder dieser Nebenpfeiler erhält den Unterschied zwischen dem Halbmesser der Säule und der halben Sehne des Viertels, womit dieselbe in den viereckigen Theil des Pfeilers tritt, also etwas mehr als 7 Zoll zur Breite. Bei dieser Einrichtung berühren die Erweiterungen der Stirnflächen der viereckigen Theile der Pfeiler die zugehörigen Säulen, wie dies nöthig ist, damit die Ecken der Nebenpfeiler dem Eise und den Schiffen nicht ausgesetzt seien.

Dasselbe Gesimse, aber blos mit seiner natürlichen Ausladung, geht auch auf den Mauern in der Verlängerung der Stirnpfeiler und den Pilastern an den Enden derselben durch, und erhält dieselbe Neigung, als die nach der Brücke führenden Wege.

Auf die Säulen an den Brückenhäuptern, die Pilaster und steinernen Sockel, deren jeder sich mit einer Schicht, welche eine Hohlkehle bildet, endigt, kommen eiserne, ohngefähr 18 Fuß hohe Obelisken zu stehen, und auf diese gläserne Kugeln, die, oben mit Kronen, an den Seiten mit Lilien geziert, den französischen Reichsapfel vorstellen sollen, und in diese Kugeln große Scheinlampen, um die Brücke bei Nacht zu erleuchten.

Auf die Brückenhäupter, gleich hoch mit den untersten Sockeln der Obelisken, kommt ein Dockengeländer zu stehen, so wie das um den Platz Ludwigs XV.

Der mittlere Theil des Brückenpflasters wird in 24 Fuß Breite waagerecht angelegt, und das übrige zu beiden Seiten mit 2 Zoll Fall auf die Toise. Da das Gesimse, die Docken und die Fußwege auf den Häuptern des mittelsten Bogens waagerecht zu liegen kommen sollen, so muß der Unterschied in der Höhe, der durch das Gefälle des Pflasters entsteht, durch die Fußwege ausgeglichen werden, und zwar, indem dieselben mitten über den 2 Pfeilern des großen Bogens 18 Zoll, und über dem Schlusse nur 5½ Zoll hoch sein sollen. Die Fußwege werden von da an 18 Zoll höher als das Pflaster, und mit demselben gleichlaufend fortgeführt. Längs diesen Fußwegen, in 2½ Fuß Entfernung von denselben, kommen Gossen zu liegen, und das Brückenpflaster verbindet sich mit dem auf dem Platze Ludwigs XV. in der Verlängerung der Richtung der innern Seite der Fußwege auf diesem Platze. Dasselbe verbindet sich ferner mit dem in der Straße nach Versailles an beiden Enden der neuen Kaimauern an den Stirnpfeilern der Brücke, so daß der Leinpfad auf dem jetzigen Pflaster anfängt, und auf der andern Seite ausläuft. Das Pflaster am andern Ende der Brücke kommt nicht höher zu liegen, als die Terrasse vor dem Bourbonschen Pallast, und die Ecke dieser Terrasse wird nach einem Bogen von 24 Toisen Halbmesser abgerundet,

wie der Prinz von Condé zulassen will, um den Eingang zur Burgunder Straße zu erweitern und für das Publicum bequemer zu machen. Zur Befriedigung der Terrasse des Bourbonschen Pallastes, nach dem neuen Wege zu, wird ein 12 Fuß breiter, 9 Fuß tiefer Graben gezogen, mit Futtermauern eingefaßt, und auf diese ein Dockengeländer wie das auf der Brücke gesetzt, ausgenommen auf der abzurundenden Seite und auf der nach der Burgunder Straße zu, auf welche eine gewöhnliche Befriedigungsmauer zu stehen kommt. (Man sehe Taf. 34.) Auf dieser Tafel ist eine elliptische Bogenlinie wie die der Bogen der Königsbrücke verzeichnet *), um zu zeigen, wie sehr solche Brückenbogen im Vergleich mit solchen nach Kreisbogen, wie zur neuen Brücke angenommen, den Durchfluß des Wassers beschränken, und wie viel mehr Materialien dazu erforderlich sind.

Obgleich die beschriebene Bauart sehr viel Aehnlichkeit mit der der Brücke bei Pont-Sainte-Mairence hat, und die Mittelpfeiler beider von einerlei Stärke sind, so läßt sich doch leicht einsehen, daß diese letztern, da sie von den innern Säulen an, welche auch weniger vereinzelt stehen, voll gemauert sind, stärker sein werden, um so mehr, da die äußern Säulen, welche die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler außerhalb der Häupter bilden, zur Festigkeit beitragen. Diese größere Stärke ist nöthig, da die Bogen weiter sind, als bei der Brücke zu Pont-Sainte-Mairence.

Wer an die Verhältnisse der in der schönen Baukunst gebräuchlichen Ordnungen gewöhnt ist, könnte vielleicht die äußern Säulen zu kurz finden. Allein wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß diese Säulen eigentlich Pfeiler sind, deren Stärke dem Gewichte angemessen sein muß, welches sie zu tragen haben; so wird man fühlen, daß die Natur des Brückenbaues, der angeführten Gründe wegen, erfordert, daß die Unterstützungen der Gewölbe kurz und stark seien, und daß, da die untern Enden dieser Säulen im Wasser stehen, man sich leicht denken kann, daß dieselben so hoch seien, als man wünscht. Außerdem muß man auch erwägen, daß durch den Wiederschein im Wasser die Höhe der Säulen sich anscheinend verdoppeln wird **), und daß diese hierdurch das Verhältniß derer am Tempel zu Pästum erhalten werden. Es wird um so nöthiger sein, diese Annahmen gelten zu lassen, als bei hohem Wasser die

*) Diese Linie fehlt. Anm. d. Ueb.

**) Dies wird wohl nur als eine Redensart anzusehen sein, da man selbst im besten Falle, d. h. bei ganz stillem und hellem Wasser, doch die Capitäle u. s. w. unten zum zweiten Mahle sehen würde, wodurch alle Täuschung verloren ginge. Anm. d. Ueb.

Säulen noch kürzer erscheinen werden, ohne daß man jedoch die Art derselben tadeln dürfte, zumahl da man sie in der That nicht, strenge genommen, mit denen vergleichen kann, welche die Griechen und Römer bei bürgerlichen Bauten über dem Wasser angewandt haben *).

Die Vertiefungen, in welchen die Bogenhäupter liegen, stellen wieder die einfachste Gestalt der Brückenöffnungen dar, welche sich nur wünschen läßt, damit das Wasser so ungehindert als möglich durch dieselben fließen könne, und zwar nach dem Vorbilde der Brücke bei Loyang in China in der Provinz Fokien, welche aus aufrecht stehenden Steinen als Pfeilern, und andern platt darauf gelegten besteht. Die Unmöglichkeit, hinreichend lange Steine zu den großen Bogenöffnungen, welche überdies beträchtliche Lasten zu tragen haben, zu erhalten, hat es nöthig gemacht, die Kunst des Steinschnitts zu Hülfe zu nehmen, um die scheitrechten Sturze der vertieften Bogen zu unterstützen, welche die geraden Steine der eben angeführten Brücke vorstellen sollen.

Wölbungslinien nach Kreisbogen, wie die zu den Brückenhäuptern genommenen, geben das einfachste Mittel an die Hand, diese Sturze zu erhalten, ohne sich, mehr als durchaus nöthig ist, von der ursprünglichen so eben erwähnten Form zu entfernen.

Das nicht zu vermeidende Setzen der Gewölbe während des Versetzens der Gewölbsteine und nachher, würde eine umgekehrte Wölbung im obern Theile, also in den Wölbsteinen, die den scheitrechten Sturz bilden sollen, hervorbringen, wenn nicht der kleinere Bogen beim Versetzen um 12 Zoll, der größere um 18 Zoll überhöhet würden. Es wird angenommen, daß die Bogen sich um so viel setzen werden; allein da man dies nicht genau bestimmen kann, so müssen die Gewölbsteine nicht vollständig bearbeitet versetzt, und die kleinern Bogen 6 Zoll, der große 9 Zoll in den obern Theilen über die angeführten 4 Fuß stark gemacht werden, damit jene von oben abgeglichen werden können. Die Oberkante wird über dem großen Bogen waagerecht, und über den andern mit 2 Zoll Fall auf die Toise abgeglichen, und zwar nachdem sich die Bogen vollkommen gesetzt haben, wobei dann zugleich der Theil ausgehauen wird, welcher den Sturz der vertieften Felder bilden soll. Indessen soll hier nach der Mitte zu noch immer einige

*) Eben darum wird es nie ganz angemessen sein, die sogenannten Säulenordnungen bei Brückenbauten anbringen zu wollen. Anm. d. Ueb.

Wölbung bleiben, und zwar bei den kleinen Bogen 1 Zoll und bei dem großen bis zu 2 Zoll. Auch darf man den obern Theil des Gesimses und die Geländer über den Streifen nicht eher aufbringen, als bis die Gewölbe sich vollkommen gesetzt haben. Dessen ungeachtet können aber der mittlere Theil der Brücke und die Fußwege in der halben Breite gepflastert werden, damit dem Publicum der Uebergang gestattet werden könne, indem vorläufig hölzerne Geländer auf die Bogen gesetzt werden, um Unglücksfälle zu verhüten.

Da die eben beschriebene Brücke in der Hauptstadt an einem zu Ehren des verstorbenen Königs angelegten Platze auf einer Stelle erbaut werden soll, welche Natur und Kunst mit den schönsten Ansichten und den prachtvollsten Gebäuden geziert haben, so hat man für nöthig gehalten, dieser Brücke einen zierlichen Charakter zu geben. Indessen sind an derselben keine Bildhauerarbeiten angebracht worden, sowohl um die Einfachheit, welche Denkmahlen dieser Art eigen sein muß, nicht zu sehr aus den Augen zu lassen, als auch um den männlichen Charakter, der Brücken zukommt, nicht zu schwächen.

Aus der Berechnung hat sich ergeben, daß dieser Bau ohngefähr 2,200000 Livres kosten könne.

Entwurf

der Arbeiten zur Erbauung der steinernen Brücke Ludwigs XVI. mit einem Leinpfad, und eines Theils der Kaimauern an der Seine, dem Platze Ludwigs XV. gegenüber.

Die Erbauung dieser Brücke ist durch ein Königliches Edict vom September 1786, welches am 7ten desselben Monats beim Parlement eingetragen, befohlen, und dabei zugleich 1,200000 Livres zu den Ausgaben des nächsten Jahres angewiesen worden.

Hiernach sollen die Abmessungen und die Bauart der Brücke selbst und der dazu gehörigen Nebenwerke beschrieben werden.

Dieser Entwurf zerfällt in drei Abtheilungen.

Die erste enthält die Abmessungen der Brücke und der vorzüglichsten dazu gehörigen Nebenarbeiten.

In der zweiten sind die Eigenschaften und die Abmessungen der Materialien, auch die Art, wie dieselben bearbeitet und verbaut werden sollen, angegeben.

Digitized by Google

In der dritten wird die Verbindung der verschiedenen Theile beschrieben, und am Schlusse bestimmt, auf welche Weise die Wegnahme der Lehrbogen geschehen soll, und welchen Bedingungen sich der Unternehmer unterwerfen muß.

Erste Abtheilung.

Beschreibung und Abmessungen der Brücke.

Der Anfang soll mit dem Theile der Brücke gemacht werden, welcher sich über dem Sommer- oder kleinsten Wasserstande befindet.

1. Die Brücke wird von Quadern in der Richtung der Mittellinie des Platzes Ludwigs XV. und der Königsstraße, welche zugleich auf die Mitte des Bourbonschen Pallastes trifft, erbaut.

2. Sie wird von der reinen Mauer eines Stirnpfeilers zum andern, mit Einschluß der halben Pfeiler, also von einer Flügelmauer zur andern, welche, wie die Pfeiler, mit der Richtung der Brücke rechte Winkel machen, 79 Toisen 1 Fuß 6 Zoll lang. Die Breite derselben ist 48 Fuß von einem Haupt zum andern, wovon 30 Fuß zum Pflaster, $7\frac{1}{2}$ Fuß zu jedem Fußweg, und 3 Fuß zu den 2 Geländern, welche Docken erhalten, kommen. Diese 48 Fuß gehen von der äußern Unterkante des einen Architravs bis zu der des andern; und von der Stirnfläche des einen vertieften Feldes bis zu der des andern, wovon hernach die Rede sein wird, sind $46\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung. Die Brücke erhält 5 Bogen, 4 Mittelpfeiler, und außerdem $\frac{1}{4}$ Mittelpfeiler vor jedem Stirnpfeiler, mit Vorder- und Hintertheilen, wie die freistehenden Mittelpfeiler. Die Bogen, welche sich auf die Stirnpfeiler setzen, sind jeder 78 Fuß weit, die folgenden jeder 87 Fuß, und der mittelste 96 Fuß, haben also zusammengenommen 426 Fuß Oeffnung, folglich 88 Fuß mehr, als die 5 Bogen der Königsbrücke, unabhängig davon, daß die Gewölbe der neuen Brücke höher anfangen. Diese letztern werden nach Kreisbogen von verschiedenen Halbmessern angelegt. Die Halbmesser der kleinsten Bogen werden 129 Fuß 9 Zoll, und die Sehnen derselben 78 Fuß lang (oder der Bogenweite gleich), und kommen, wie die der andern Bogen, 18 Fuß über den niedrigsten Wasserstand zu liegen; die Höhen der Bogen enthalten 6 Fuß, und die dazu gehörigen Winkel am Mittelpunkt enthalten $34^\circ\ 59'\ 4''$.

3. Zu jedem der 2 folgenden Bogen gehört ein 119 Fuß 8 Zoll 4 Linien langer Halbmesser. Die Höhe jedes solchen Bogens ist 8 Fuß 2 Zoll 2 Linien, und der zugehörige Winkel am Mittelpunkt enthält $42^\circ\ 37'\ 44''$.

4. Der mittelste Bogen wird mit einem 129 Fuß 8 Zoll 6 Linien langen Halbmesser beschrieben, ist 9 Fuß 2 Zoll 6 Linien hoch, und der zugehörige Winkel am Mittelpunkt enthält $43^\circ\ 26'\ 20''$.

5. Jeder Mittelpfeiler wird 9 Fuß stark. Sie endigen sich auf jeder Seite nach Kreisstücken, und bilden eine Art von Säulen, deren jede mit dem vierten Theile ihres Durchmessers im Körper des Pfeilers steht, damit der Vorsprung, der jedesmahl ein Vorder- oder Hintertheil bildet, 6 Fuß 9 Zoll betrage, wobei die ganzen Säulen cylindrisch aufgeführt werden, und zwar die zwischen den ersten und zweiten Bogen 23 Fuß hoch, und die am mittelsten Bogen 25 Fuß 8 Zoll hoch, alles mit Einschluß des Saums und des Astragals unter dem Capitäl.

6. Die Stirnflächen der Mittel- und Stirnpfeiler werden lothrecht aufgeführt, um erweitert ihre Vorder- und Hintertheile zu berühren, und die Nebenpfeiler, die hinter den Säulen entstehen, sind jeder 7 Zoll 3 Linien bis dahin breit, wo die Säule in den Pfeiler tritt. Diese Nebenpfeiler gehen bis unter das Hauptgesimse der Brücke, mit Ausschluß der Stellen, welche durch die Obertheile der Capitäle unterbrochen werden.

7. An den Stirnpfeilern werden eben solche Vorder- und Hintertheile angebracht, welche um drei Viertel ihres Durchmessers sowohl aus der reinen Mauer der Brücke, als aus der der Stirnpfeiler heraustreten. Die Höhe der cylindrischen Theile bis zur Oberkante des Astragals muß 21 Fuß betragen.

8. Die mittlern Theile der Mittel- und Stirnpfeiler zwischen ihren Vorder- und Hintertheilen bleiben in 12 Fuß Weite bis zur Höhe der Kämpfer offen, wobei diese letztern 15 Zoll unter den Anfang der Bogen zu liegen kommen, um eine Art von Bogenstellung zu bilden, die in den Gewölben selbst mit 3 Fuß hohen Bogen geschlossen sind.

9. Der Zwischenraum von dem Ende einer solchen Oeffnung bis zu dem des anliegenden viereckigen Theils des Pfeilers muß 18 Fuß betragen, wovon 11 Fuß 3 Zoll den viereckigen Theil bilden, 6 Fuß 9 Zoll aber für den cylindrischen Theil oder die abgebrochene Säule bleiben, welche sowohl bei den Mittel- als bei den Stirnpfeilern den die Vorder- und Hintertheile bildenden Säulen vollkommen gleich, aber vom niedrigsten Wasserstande bis unter den angeführten Kämpfer nur 16 Fuß 9 Zoll hoch ist.

Stirnpfeiler.

10. Jeder Stirnpfeiler wird 60 Fuß lang und 50 Fuß breit, mit Einschluß von 1 Fuß Vorsprung auf jeder Seite. Aber um diese Masse von Mauerwerk zu verringern, dabei jedoch derselben hinreichende Stärke zu lassen, um dem Schub des darauf ruhenden Bogens mit Uebergewicht widerstehen zu können, so soll dieselbe auf der Seite nach den Bogen zu 6 Fuß tief und 26 Fuß lang hohl gelassen, und dieser Raum, von der reinen Mauer der vorbeschriebenen abgebrochenen Säulen an, mit einem Tonnengewölbe überwölbt werden. Außerdem wird noch eine bogenförmige Vertiefung über der vorigen 2 Fuß tief und 12 Fuß lang gelassen, welche mit einer $2\frac{1}{2}$ Fuß hohen Kappe überwölbt wird. Diese ganze Vertiefung fängt auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu, 13 Fuß über dem niedrigsten Wasserstande und 1 Fuß über dem nachher zu beschreibenden Leinpfade an, auf der andern Seite aber nur 5 Fuß über demselben Wasserstande, wobei jede derselben auf die ganze Tiefe 3 Zoll Gefälle nach dem Strome zu erhält, damit beim Fallen des Wassers keins darin stehen bleiben könne.

11. In jedem dieser hohlen Theile erhält der obere Theil des Capitäls jeder der abgekürzten Säulen die Gestalt eines halben regelmäßigen Sechsecks, dessen Seiten $4\frac{1}{2}$ Fuß lang sind. Diejenigen von diesen Seiten, welche mit der Stirnfläche des Stirnpfeilers rechte Winkel machen, werden mit einem flachen Bogen zusammengewölbt, und auf die andern kommen Kappen zu stehen, die auf der einen Seite in den Brückenbogen, auf der andern in das Tonnengewölbe über der schon erwähnten Vertiefung laufen.

12. Die Lagerflächen der Wölbsteine müssen alle durch den zu jedem Bogen gehörigen Mittelpunkt laufen. Die Schlußsteine der kleinen Bogen werden 3 Fuß, die der anlie-

gen-

genden 3 Fuß 3 Zoll, und die des mittelſten Bogens 3 Fuß 6 Zoll lang gemacht, mit Einſchluß von 10 Zollen, mit welchen dieſelben durch den untern Theil des Architravs reichen, welches letztere auch mit den übrigen Gewölbſteinen zu beiden Seiten jedes Schluſſes ſo weit Statt findet, bis die Steine von der innern Gewölblinie bis unter den Architrav, aber ohne denſelben eben ſo lang ſind, als die Schlußſteine. Dieſe alſo verlängerten Gewölbſteine müſſen Verkröpfungen bilden, welche unterhalb 9 Zoll, und oberhalb noch außerdem um ſo viel, als der Theil des Architravs, in welchen dieſelben fallen, Ausladung hat, vorſpringen, und zwar bis zu den Nebenpfeilern, wovon im §. 6. die Rede geweſen iſt, um 9 Zoll vertiefte Felder vor den Gewölbſteinen und den Stirnflächen der Hintermauerungen zu bilden. Die hier angegebenen Längen ſollen die Gewölbſteine in den Häuptern noch haben, nachdem die Lehrbogen weggenommen worden ſein, und die Gewölbe ſich geſetzt haben werden. Aber man wird im §. 87. ſehen, daß die Steine auf der obern, und die Vorſprünge auf der untern Seite länger gemacht werden müſſen, eben deshalb, weil ſich die Bogen ſetzen.

13. Die Wölbſteine, welche nur bis unter den Architrav gehen ſollen, werden bis etwa 12 Fuß von der ſenkrechten Ebene durch die Nebenpfeiler verlängert, um hernach bis zur Unterkante des Architravs auf der obern Seite abgeglichen werden zu können.

14. Die andern Gewölbſteine bis zur dritten Schicht von unten werden auch oberhalb von dreien zu dreien waagerecht abgeglichen, wobei die unterſte der ſo gezogenen waagerechten Linien durch die Unterkante des Saums unter dem Aſtragal geht, die oberſte in die Unterkante des Architravs fällt, die übrigen aber die Schichten abtheilen, welche die äußern Seiten der Hintermauerungen bilden.

15. Nur die Gewölbſteine der Häupter des mittelſten Bogens werden auf der äußern Seite bis über die anliegenden Pfeiler weg waagerecht abgeglichen. Von den äußern Stirnflächen dieſer Pfeiler an werden die übrigen Bogen mit 2 Zoll 4½ Linien Fall auf die Toiſe abgeglichen, wobei das Pflaſter ein gleiches Gefälle auf der einen Seite bis zum innern Fußweg des Platzes Ludwigs XV. einſchließlich, und auf der andern Seite bis unter den Wulſt auf der Terraſſenmauer des Bourbonſchen Pallaſtes erhält.

16. Die Capitäle auf den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler werden 4½ Fuß hoch, und der auf einem Architrav liegende Kranzleiſten, welcher das Geſimſe der Brücke bildet, wird 5 Fuß 9 Zoll hoch, der Architrav und 3 Zoll Abwäſſerung mit einbegriffen.

17. Dies Geſimſe wird über dem mittelſten Bogen und den dazu gehörigen Pfeilern waagerecht gelegt, und eben ſo auf den übrigen Pfeilern, in den Seiten, welche mit den Brückenhäuptern gleichlaufend ſind, in den hierauf rechtwinklichten Seiten aber ſchief, um ſich mit dem Geſimſe über den Bogen zu vereinigen, indem das auf die Stärke eines Mittelpfeilers kommende Gefälle in 2 Theile getheilt wird, und dann die Seitenanſicht nach dem größern Bogen zu um ſo viel nach hinten ſteigt, die andre aber, nach dem kleinern Bogen zu, um eben ſo viel nach derſelben Seite fällt.

Flügelmauern.

18. Die 4 Flügelmauern ſtehen rechtwinklicht auf die Brücke, ſind jede 85 Fuß lang, und fangen von den Brückenhäuptern und hinter den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler

an, so daß sie 6 Fuß 9 Zoll hinter die Vorderseiten der Stirnpfeiler fallen. Diese Mauern werden lothrecht aufgeführt. Die auf der Seite nach dem Bourbonschen Pallaste zu werden unten 13 Fuß, oben 9 Fuß stark, indem dieselben hinten 2 Absätze, jeder von 2 Fuß, erhalten. Die Mauern auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu werden unten 10 Fuß, oben 6 Fuß stark, und erhalten ebenfalls auf der hintern Seite 2 Absätze, jeder von 2 Fuß, welche immer, vom kleinsten Sommerwasser an gerechnet, gleichförmig auf die ganze Höhe vertheilt werden, da es nicht nöthig ist, diese Mauern so stark als die andern zu machen, indem der untere Theil derselben durch eine Mauer verstärkt wird, welche zur Erhaltung des Leinpfads, von dem weiter unten im §. 37. die Rede sein wird, dienen soll. Diese Flügelmauern werden an den Stirnpfeilern 27 Fuß 6 Zoll, an den andern Enden 24 Fuß 8 Zoll hoch, und erhalten dasselbe Gesimse als die Brücke, und zwar um, rechtwinklicht auf die erste Richtung, eine Fortsetzung desselben Gefälles von 2 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien, welches das Gesimse auf den 2 äußersten Brückenbogen auf jeder Seite hat, zu erhalten.

19. An das Ende jeder dieser Flügelmauern kommt ein Pilaster zu stehen, der in der Grundfläche 9 Fuß im Quadrat groß ist, in der reinen Mauer lothrecht aufgeführt wird, und 18 Zoll aus den Flügelmauern heraustritt. Die Fugen zwischen je 2 und 2 Schichten werden vertieft und abgerundet, und darauf kommen Gesimse wie die vorerwähnten zu liegen.

20. Vor die Docken-Geländer auf diesen Flügelmauern kommen Fußwege zu liegen, deren innere Seiten mit den hintern Seiten der im folgenden §. beschriebenen Sockel zusammenlaufen. Diese Docken erhalten dieselben Maaße und Umrisse, als die auf der Brücke, auch dieselben Sockel, Deckplatten, Zwischenpfeiler und zurücktretenden Theile, alles wie die um den Platz Ludwigs XV.

21. Auf jeden der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler und der §. 19. erwähnten Pilaster kommen zwei Sockel und ein Fuß von Sandstein zu stehen, auf welchen hohle Obelisken von Eisen gesetzt werden sollen. Der erste Sockel wird 9 Fuß lang und breit, als so viel Durchmesser die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler haben, und so lang die Pilaster sind, und 4 Fuß hoch, so daß deren Oberflächen mit denen der Deckplatten der Docken-Geländer zusammenlaufen. Die zweiten Sockel werden $8\frac{1}{2}$ Fuß lang und breit, damit auf allen 4 Seiten 3 Zoll breite Absätze entstehen, und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch. Die Füße der Obelisken werden unten 8 Fuß lang und breit, damit ebenfalls wieder auf allen 4 Seiten derselben 3 Zoll breite Absätze gebildet werden, und, wie der Sockel darüber, mit Einschluß eines Plättchens und einer Hohlkehle $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch.

22. Der innere Raum in jeden 2 Sockeln und dem Fuß darüber soll in der Mitte eine Art von Schilderhaus von $3\frac{1}{2}$ Fuß ins Gevierte bilden. Auf den Seiten nach den Fußwegen zu werden Thüröffnungen gelassen, welche, mit den Falzen 24 Zoll, im Lichten aber 22 Zoll breit und 5 Fuß hoch sind, und mit Thüren von eisernen Stäben und starkem Blech verschlossen werden. Jede dieser Thüren wird in eine Art von Verkleidung eingesetzt, die im zweiten Sockel ausgehauen wird.

23. Die Obelisken sollen aus eisernen Stangen auf den Ecken, aus Queerstücken oben und unten, sämmtlich 2 Zoll stark, bestehen, und auf jeder Seite Platten von starkem Eisenblech erhalten, in welche passende Verzierungen getrieben oder ausgearbeitet werden. Auf diese Platten soll der Namenszug des Königs, Sonnen und Lilien, zu stehen

Digitized by Google

kommen. Diese Verzierungen und das Stabeisen werden auf den äußern Seiten gut vergoldet, und alles Uebrige von Außen und von Innen dreimahl mit schwarzer Oelfarbe angestrichen. Diese Obelisken werden unten $5\frac{1}{2}$ Fuß, oben 2 Fuß lang und breit, und 18 Fuß hoch.

24. Diese Obelisken sollen ferner, jeder auf einem eisernen verzierten Fuße, eine Kugel von starkem Blech, welche mit Eisen innerhalb verbunden ist, tragen. Diese Kugeln werden von Außen mit himmelblauer Oelfarbe angestrichen, jede mit 3 Lilien verziert, und darauf eine gut vergoldete Krone gesetzt, um den französischen Reichsapfel vorzustellen. Am obern Ende jedes Obelisken wird eine starke Scheinlampe zur Erleuchtung bei Nacht angebracht, welche von den vorerwähnten Schilderhäusern aus, mit messingenen Rollen und Ketten in die Höhe gezogen wird.

25. In den 2 Säulen an den Stirnpfeilern auf der untern Seite der Brücke werden gewundene Treppen mit Spindeln 6 Fuß im Durchmesser weit angelegt, so daß die Mauern, in denen die Steine durchgehen, 18 Zoll stark bleiben. Die Stufen werden $2\frac{1}{2}$ Fuß lang, und die Spindel 1 Fuß stark. Die letztere kann auch hohl werden, wenn dies beliebt werden sollte.

26. Zur Erleuchtung dieser Treppen werden kleine Oeffnungen nach Art der Schießscharten in den innern Winkeln an den Brückenhäuptern und Stirnpfeilern, jede eine Schicht hoch, äußerlich 3 Zoll, innerhalb 1 Fuß breit, angebracht, wobei die Oberfläche der Schicht unter jeder Oeffnung in derselben sich nach Innen um 6 Zoll senkt.

27. Um von den untern Enden dieser Treppen nach den hohl gelassenen Räumen in den Stirnpfeilern kommen zu können, werden durch die vollen Theile $2\frac{1}{2}$ Fuß breite Gänge nach der Mitte des 6 Fuß breiten Raums hinter den abgekürzten Säulen geführt. Diese Gänge sind, von den erwähnten hohlen Räumen an, 11 Fuß lang in gerader Richtung mit den Vorderseiten der Stirnpfeiler gleichlaufend, und vereinigen sich mit den Treppen durch bogenförmige Stücke, in denen je eine Seitenmauer mit 3 Fuß, und je die andere mit $5\frac{1}{2}$ Fuß Halbmesser beschrieben wird, und erhalten 1 Fuß Fall überhaupt, oder ohngefähr 4 Zoll auf die Toise von der Treppe an, wobei dieselben in 6 Fuß Höhe mit 6 Zoll hohen Bogen überwölbt werden, welche eben so viel Fall erhalten, als die Fußböden.

Kaimauern.

28. Zuerst sollen die Kaimauern auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu, beschrieben werden.

Diese Mauern kommen mit denen vor dem untern Theile der Tuilerieenterrasse in eine Flucht zu liegen. Der stromaufwärts liegende Theil wird vom hintern Ende des Pilasters der Flügelmauer bis zur alten Kaimauer 24 Toisen lang. Er wird an der neuen Brücke 9 Fuß stark, läuft aber am andern Ende auf 6 Fuß aus, alles in der Höhe des niedrigsten Wasserstandes gemessen. Die äußere Seite erhält 6 Linien Anlauf auf den Fuß Höhe, wie die des folgenden Stückes Mauer, und zwar von der Oberkante der schief liegenden Schicht, welche den Absatz des Leinpfades bildet, an, bis unter das Gesimse. Auf der hintern Seite wird diese Mauer lothrecht aufgeführt.

29. Der Theil des Kais, welcher unterhalb der Brücke zu liegen kommt, wird von dem eben so am Ende der andern Flügelmauer liegenden Pilaster an, bis zu dem 4 Fuß im Quadrat ſtarken am Ende des Kais, 41 Toiſen lang. Uebrigens erhält dieſes Stück Kaimauer dieſelben Abmeſſungen, als das vorige.

30. Am andern Ufer wird ein 24 Toiſen langes Stück Kaimauer, von der Flügelmauer auf der obern Seite an, in einer um beinahe 3 Grad von der Richtung dieſer Flügelmauer nach dem Fluſſe zu abweichenden Lage erbaut. Unterhalb der Brücke wird ebenfalls ein 24 Toiſen langes Stück Kaimauer in der verlängerten Richtung der Flügelmauer aufgeführt. Dieſe 2 Kaimauern werden übrigens eben ſo hoch und ſo ſtark, als die Flügelmauer, erhalten aber auf der vordern Seite, von dem letzten Abſatze an, einen halben Zoll Anlauf auf den Fuß. Sie werden unten eben ſo ſtark, als die Flügelmauern auf derſelben Seite, und oben gleichfalls, jedoch nach Abzug des Anlaufs der Stirnflächen. Auf der hintern Seite erhalten ſie dieſelben Abſätze als die Flügelmauern, jedoch nach Abzug der Hälfte des Anlaufs von jedem, ſo daß ſie, anſtatt 2 Fuß, nur 17 Zoll oder beinahe ſo ſtark ſind. Das Stück Kaimauer unterhalb der Brücke wird mit einem 4 Fuß im Quadrat ſtarken Pilaſter von Mauerwerk geſchloſſen.

31. Sobald dieſer Theil des Kais nach der Königsbrücke zu fortgeſetzt werden ſoll *), worüber ein beſonderer Anſchlag angefertigt, und weshalb ein beſonderer Termin abgehalten werden wird, ſo muß dies nach zwei verſchiedenen Richtungen geſchehen, wovon die erſte die Verlängerung der des vorbeſchriebenen 24 Toiſen langen Kais oberhalb der Brücke bis vor die Poitiers'ſche Straße iſt, 281 Toiſen Länge hat, und einen 60 Fuß breiten, mit den neuerdings erbauten Befriedigungsmauern der Gärten hinter den Häuſern in der Bourbonſchen Straße gleichlaufenden Kai bildet, wobei der letztere noch auf 46 Toiſen Länge bis zur Poitiers'ſchen Straße dieſelbe Breite dadurch erhält, daß ein altes Haus und einige Hütten von den Befriedigungsmauern zurückgerückt werden; — die andere aber die Verlängerung der Richtung der alten Kaimauer am Stirnpfeiler der Königsbrücke iſt, und 49 Toiſen lang wird. Die letztere bildet mit der erſtern einen nach dem Waſſer zu ausſpringenden Winkel von $177\frac{1}{2}$ Grad, und ein 60 Fuß breiter, dem vorigen ähnlicher Kai befindet ſich ſchon zwiſchen der Poitiers'ſchen und der Fährſtraße.

32. Es wird auch nöthig ſein, in der Folge noch einen 60 Fuß breiten Kai, gleichlaufend mit der gegenüber liegenden Kaimauer an der Allee der Königin, anzulegen, welcher, mit dem neuen 24 Toiſen langen Kai darüber, einen nach dem Fluſſe zu ausſpringenden Winkel von 27 Grad **) macht. Aber anſtatt hier eine Mauer zu bauen, könnte auch nur eine ſteinerne Uferbekleidung mit einfüßiger Böſchung und zwei Reihen Pfählen, und Spundbohlen auf der vordern Seite darunter, angelegt werden, die in 103 Toiſen Länge bei dem Abzugskanal vor dem Schlagbaum an der Ecke am Ende des zum Bourbonſchen Pallaſt gehörigen Gartens aufhören und beſonders verdungen werden würde. Dadurch würde es möglich werden, dem Prinzen von Condé einen Theil des alten Weges, welcher ein Dreieck bildet und 1558 Toiſen enthält, zu verkaufen oder zu überlaſſen, um den jetzt

*) Die Anlegung dieſes Kais, des ſogenannten Bourbonſchen, iſt durch daſſelbe vorerwähnte Edict anbefohlen.

**) In dieſer Zuſammenſtellung eigentlich 180 − 27 = 153°. ..... Anm. d. Ueb. .....

zu schmalen Garten beim Bourbonschen Pallast durch Herausrückung der jetzigen Befriedigungsmauer zu vergrößern. Die Krone dieser Uferbekleidung würde in 78 Toisen 3 Fuß Entfernung, gleichlaufend mit der beschriebenen alten Kaimauer an der Allee der Königin, zu liegen kommen, während die alten Kaimauern unterhalb der Königsbrücke jetzt 68 Toisen von einander entfernt sind.

33. Auf jeden Fall muß der Theil dieser Befriedigungsmauer gegen der neuen Brücke und deren Flügelmauern über, in 75 Fuß Entfernung mit den letztern gleichlaufend hergestellt, und bis zur Burgunder Straße, jedoch so fortgeführt werden, daß der spitze Winkel, welchen der Garten bildet, wegfällt, indem hier die Mauer nach einem Bogen von 22 Fuß Halbmesser aufgeführt wird, von dessen Endpunkten 2 Mauern, jede von 3 Fuß Länge, die eine rechtwinklicht auf die Mauer auf der Seite nach der Brücke zu, und die andere eben so auf die nach der Burgunder Straße zu, läuft. Von dieser Mauer springt der der neuen Brücke gegenüber liegende Theil 3 Fuß vor, und es werden an den Enden dieses Theils 9 Fuß im Quadrat große Sockel angebracht, alles mit Genehmigung des Prinzen von Condé, und nach dem ihm von Hrn. Perronet überreichten gestochenen Plane. Es wird übrigens, um dem Prinzen eine Annehmlichkeit mehr zu verschaffen, angemessen sein, diesen vorspringenden Theil und ein Stück auf jeder Seite desselben mit einem eisernen Gitter zu versehen, indem das Brückenpflaster, wie schon gesagt, ohngefähr 15 Zoll unter der Gartenterrasse auslaufen soll. Der übrige Theil des Gartens, auf der Seite unterhalb der Brücke, kann mit einer Terrassenmauer, einer Geländermauer darüber, und einem Graben davor, verschlossen werden.

34. Das Pflaster, dessen Richtung mit der der Brücke einen rechten Winkel macht, erhält, wie schon gesagt, 2 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien Längengefälle auf die Toise bis zu den äußern Seiten der Pilaster an den Enden der Flügelmauern. Auf der Seite nach der Burgunder Straße zu wird der folgende Theil so eingerichtet, daß die an der Seite desselben anzulegende Gosse das Wasser aus der Bourbonschen Straße und dem obern Theile der Burgunder Straße aufnehmen kann, zugleich aber auch das Pflaster sich an die Schwelle der einen Einfahrt des Bourbonschen Pallastes an der Straße gleiches Namens anschließt. Das Wasser wird dann durch eine Abzugsrinne am untern Ende des Geländers des mittlern Theils, in welche zugleich die Gosse des neuen Kais fällt, in den Fluß geleitet.

35. Zur Wegschaffung des Wassers, welches auf der untern Seite abfließen muß, erhält das Pflaster längs der Flügelmauer und deren Pilastern ebenfalls 2 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien Fall auf die Toise. Der übrige Theil vor den neuen Kais wird angelegt, so wie es die Oertlichkeit erfordert; jedoch müssen die Kais wenigstens 25 Fuß über den niedrigsten Wasserstand zu liegen kommen, um noch 1 Fuß über den des Jahres 1740 zu reichen.

Leinpfad.

36. Damit die Pferde gleich unter der Brücke durchgehen können, anstatt wie gewöhnlich mit Belästigung des Publicums ausgespannt werden zu müssen, soll ein 130 Toisen langer und 18 Fuß breiter Leinpfad, auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu, vor den Flügel- und Kaimauern angelegt werden, wobei ein Stück von 24 Toisen Länge vor der alten Kaimauer oberhalb der Brücke, wo derselbe ausläuft, mitgerechnet ist. Auf der

Digitized by Google

Seite unterhalb der Brücke fängt der Leinpfad am Ende der alten Kaimauer vor der Allee der Königin an. Die abhängigen Theile hören auf jeder Seite der Brücke, 5 Toisen von derselben entfernt, und 18 Fuß über dem kleinsten Wasser, auf. Der mittlere Theil, der am Stirnpfeiler unter dem Bogen durchgeht, wird 18 Toisen lang waagerecht und 6 Fuß 9 Zoll breiter, damit ebenfalls, mit Einschluß der obern Stärke der Futtermauer auf der vordern Seite, 18 Fuß Breite bleiben. Indessen muß dieser waagerechte Theil dennoch unter der Mitte der Brücke 3 Zoll Fall erhalten, damit das Regenwasser und das in den Gossen der Rampen, welche auf jeder Seite ohngefähr 4½ Zoll Gefälle auf die Toise erhalten, herabfließende, leichter ablaufe.

37. Die Mauer vor dem Leinpfad, welcher in dem, von dem äußersten Ende des Vordertheils, bis zu dem des Hintertheils des nach Art eines Mittelpfeilers angelegten Theile des Stirnpfeilers 61⅓ Fuß langen Stücke eine Art von Ruheplatz bildet, und vom untern Ende des einen abhängigen Theils bis zu dem des andern geht, wird in der Höhe des kleinsten Wasserstandes 6 Fuß, oben 4 Fuß stark, erhält auf der äußern Seite 1 Zoll Anlauf auf den Fuß, und wird auf der hintern Seite lothrecht aufgeführt *). Die Mauern der ansteigenden Theile werden auf der Seite nach der Brücke zu eben so stark, als die des waagerechten; aber da gegen die äußern Enden dieser Mauern an den alten Kais die Erde etwa 19 Fuß höher liegt, so soll die untere Stärke nach dorthin bis auf 13 Fuß, die obere aber bis auf 9 Fuß zunehmen, wobei der Anlauf auf die äußere Seite zu liegen kommt, die hintere aber lothrecht aufgeführt wird. Diese Mauern werden mit einer 1 Fuß hohen Schicht abgedeckt, welche ein 18 Zoll breites oberhalb gleichlaufendes Gesimse bildet, dessen äußere Ecke allein abgerundet ist. Diese nämlichen Mauern müssen sich in Kreisbogen von 18 Fuß Halbmesser, als so breit der Leinpfad ist, an die alten Kaimauern anschließen, zu welchem Ende die letztern so weit als nöthig abgebrochen und wieder aufgemauert werden.

38. Der gewölbte Kanal, welcher unter dem Kai vor den Tuilerien und der Mauer desselben durchgeht, und das Wasser aus dem Graben unter der Drehbrücke ableiten soll, wird in seiner jetzigen Größe und Art queer durch den Leinpfad und dessen Mauer fortgeführt.

39. Auf die ganze Länge der Mauer des Leinpfades werden 13 kleine Mauern oder Pfeiler angelegt, welche den Leinpfad rechtwinklicht durchschneiden, und mit den Flügel- und Kaimauern und den Stirnpfeilern verbunden sind, wobei einer mitten vor den Stirnpfeiler, und einer in jede der verbrochenen Ecken außerhalb der Brückenhäupter zu liegen kommt, und 5 in gleichen Entfernungen auf jeden der 2 übrigen Theile der Leinpfadsmauern vertheilt werden. Diese Pfeiler werden von Bruchsteinen und Sandkalk aufgeführt, und unten von 4 bis zu 6 Fuß, oben von 3 bis zu 4 Fuß stark, je nachdem ihre Höhe vom festen Boden bis zur Unterkante des Pflasters des Leinpfades zunimmt.

40. Da die Vertiefung im Stirnpfeiler auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu, im Eingange nach dem Wasser zu, nur eine Schicht höher liegen soll, als der Ruheplatz im Leinpfade davor; so wird es, um das Hineingehen zu verhüten, nöthig sein, den

*) Dies stimmt bei der im §. 36. angegebenen Höhe dieser Mauer von 18 Fuß nicht mit einander, und muß entweder der Anlauf 1⅓ Zoll auf den steigenden Fuß, oder die obere Stärke 4⅓ Fuß betragen, wenn die untere Stärke von 6 Fuß beibehalten werden soll. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

Eingang mit einem eisernen Gitter, von der Mitte der einen abgeschnittenen Säule bis zu der der andern, zu verschließen. Dies Gitter muß 12 Fuß lang und mit Einschluß der vergoldeten Spitzen 6½ Fuß hoch werden, wobei die Stäbe 18 Linien stark sein und 4 Zoll von einander entfernt zu stehen kommen müssen. Ein Queerstab kommt unten hin, und einer unter die Spitzen, wobei alles mit Blei eingegossen wird.

41. Vor den Eingang in die Vertiefung im entgegengesetzten Stirnpfeiler kommt ein eben solches Gitter. Alles Eisen wird dreimahl mit schwarzer Oelfarbe angestrichen.

Maaße vom niedrigsten Wasserstande an.

42. Die Grundmauern der Stirnpfeiler, der ganzen Mittelpfeiler und der drei Viertel-Mittelpfeiler vor jedem Stirnpfeiler, der Flügelmauern und der Pilaster an deren Enden, kommen eben so wie die der Mauern am Leinpfad, auf Rostpfähle, Rostschwellen und hölzernen Rostbelag zu stehen, und sollen 4 Schichten enthalten, von denen jede 18 Zoll hoch ist, und 18 Zoll absetzt, so daß die Grundmauern auf allen Seiten überhaupt 6 Fuß vor den reinen Mauern der Stirn- und Mittelpfeiler vorstehen. Jede der 4 Schichten der Grundmauern der Flügelmauern und Pilaster setzt 4½ Zoll ab, also alle zusammen 18 Zoll. Der Rostbelag soll noch 3 Fuß vor der Außenkante der untersten Schicht der Stirn- und Mittelpfeiler vorstehen, so daß die Pfeiler, sowohl in Betreff der Mauer- als Zimmerarbeit, in den untersten Grundflächen 27 Fuß breit sind, während ihre Stärken in der reinen Mauer nur 9 Fuß betragen, und das übrige Mauerwerk in gleichem Verhältniß verstärkt ist.

43. Unter die Kaimauern kommen nur zwei solche Schichten, da diese nicht so tief als die vorigen gegründet zu werden brauchen. Jede dieser 2 Schichten soll nur 9 Zoll absetzen, und der Rostbelag soll nur 18 Zoll vor der untersten Schicht dieser Mauern und der Flügelmauern vortreten.

Zweite Abtheilung.

Beschaffenheit und Abmessungen der Materialien, deren Bearbeitung und Einbringung.

Holz.

44. Zu sämmtlichen Verbandstücken wird Eichenholz genommen, welches im Allgemeinen aus den Gegenden an der Marne und Oise kommt; es muß gerade, gesund und ohne Splitt sein, darf weder klüftige und faule Stellen, noch angegangene Aeste haben; auch darf kein brandiges, weichfaseriges, eisklüftiges und aufgespaltenes Holz dabei sein. Die vierkantigen Stücke dürfen gar keine, oder nach abgehauenem Splitt höchstens 1 Zoll Wahnkante auf einer Seite haben. Zu Rostschwellen, Belag und Spundbohlen und anderem geschnittenen Holze dürfen keine Schwartenstücken genommen, vielmehr muß zugleich darauf gesehen werden, daß kein solches verwandt werde, welches mehr als ein Jahr vorher gefällt worden, auch daß dies Holz unter dazu besonders auf den Bauplätzen errichteten

Digitized by Google

Schuppen ins Trockne gebracht, und nicht unmittelbar auf die Erde und auf einander gelegt werde, damit es während der Arbeit, oder wenn dieselbe unterbrochen und dadurch in die Länge gezogen werden sollte, nicht verstocke.

45. Alle Rostpfähle müssen gerade, unbeschlagen, aber geschält sein. Die Länge derselben muß von 18 bis 21 Fuß betragen, je nachdem die Beschaffenheit des Bodens und der Unterschied in den Tiefen der Grundwerke mehr oder weniger erfordert. Das dünne Ende wird auf 18 Zoll lang zugespitzt. Die Spitzen bleiben noch 2 Zoll im Quadrat groß, damit sie genau in die Pfahlschuhe passen.

46. Die Holme werden ohngefähr 24 Fuß lang, 1 Fuß im Quadrat stark, die Queerschwellen 1 Fuß breit, 8 Zoll hoch. Zu den Belagbohlen wird 9 bis 10 Zoll breites, 4 Zoll starkes Holz genommen, und diese gefugt und passend gelegt. Die Oberfläche des Belags wird waagerecht abgebeilt, vorzüglich da, wo Quadern hin zu liegen kommen, während unter dem Bruchsteinmauerwerk nach der Landseite zu dies nicht nöthig ist.

47. Die 2 Widerlagssäulen in jeder der 8 Curven jedes Lehrbogens werden 10 Fuß lang und 15 Zoll und 18 Zoll stark. Unterhalb kommen sie in eine 17 Zoll breite, 8 Zoll hohe Schwelle zu stehen, und auf dieselben kommt ein Holm von 1 Fuß im Quadrat zu liegen. Die Hängebänder in den Curven werden 10, 12, 15 bis 18 Fuß lang, so wie die davon zu gebenden Zeichnungen und die auf dem Zimmerplatze aufzureißenden Lehren näher bestimmen werden. Diese Verbandstücke müssen zu den Bogen an den Stirnpfeilern 14 Zoll breit und 15 Zoll hoch sein; zu den beiden folgenden und dem mittelsten aber 13 Zoll breit und 14 Zoll hoch, weil unter jeden dieser letztern in der Mitte eine doppelte Reihe Pfähle zu stehen kommen soll.

48. Diese Pfähle werden 21 Fuß lang, oben 15 und 16 Zoll stark, 12 Zoll hoch, 15 Zoll breit verholmt. Auf diese Holme kommen 9 Fuß lange, 1 Fuß starke Balken zu liegen, welche 3 Zoll tief eingekämmt werden. Ueber diesen Balken kommen in 2 Fuß Höhe noch einmahl solche zu liegen, in deren jeden wieder, wie in Schwellen, 2 Strebebänder von 9 und 10 Fuß Länge, 12 Zoll im Quadrat Stärke, lothrecht über den Pfählen gewöhnlich eingezapft werden, welche oben mit versetzten Zapfen in die Theile der untern Hängebänder greifen, welche durch die 3 mittlern Hängesäulen gehen, wobei dann der Raum zwischen je zwei und zwei über einander liegenden Balken mit Lagerhölzern und starken bleiernen Keilen ausgefüllt wird, damit man die Lehrbogen wieder wegnehmen könne, wie in §. 181. beschrieben werden wird.

49. Die 11 doppelten Hängesäulen in jeder Curve der 2 kleinen Bogen werden von $7\frac{1}{2}$ Fuß bis 9 Fuß lang, 14 und 15 Zoll stark. Die Hängesäulen unter den anliegenden Bogen werden bei gleicher Anzahl 7 Fuß bis $9\frac{1}{2}$ Fuß lang, 13 und 14 Zoll stark. Unter dem großen Bogen kommen in jede Curve 13 Hängesäulen von 7 Fuß bis zu 9 Fuß Länge, und 13 bis 14 Zoll Stärke. Alle diese doppelten Hängesäulen umfassen die Hängebänder, mit welchen sie auf die in §. 169. beschriebene Weise verbunden und verbolzt werden.

50. In jeden der kleinen Bogen und der anliegenden kommen 5 Zangen und 4 Riegelhölzer, welche mit einander abwechseln, und die doppelten Hängesäulen zum Theil umfassen und in ihrer Lage erhalten. In den mittelsten Bogen kommen 5 Zangen und 6 Riegelhölzer gleichfalls abwechselnd zu liegen. Jede Zange und jedes Riegelholz wird 50 Fuß lang. Jedes von diesen Stücken erhält in den kleinen Bogen eine Stärke von 9 Zoll und 18 Zoll, und

in

in den andern von 9 Zoll und 17 Zoll, und werden auf die breite Seite auf die zugehörigen Hängebänder gelegt, und wie die Riegelhölzer, die mit denselben einerlei Stärke haben, verbolzt.

51. Unter die Mitte jeder Schicht Gewölbsteine kommt eine Strecke Schalholz, 48 Fuß lang, 7 Zoll im Quadrat stark, zu liegen, so daß noch 9 Zoll Raum zwischen den Knaggen oder Futtern auf den obersten Hängebändern und der innern Wölblinie bleiben, damit noch ohngefähr 6 Zoll starke Keile unter die Schalhölzer, und außerdem noch die beim Versetzen nöthigen darauf kommen können.

52. Im Fall, daß die kleinen Bogen während des Baues für die Schifffahrt entbehrt werden können, so werden die Curven der Lehrbogen derselben durch eine doppelte Reihe Pfähle unterstützt, wie bei den übrigen Bogen. Dann wird die Stärke der Hängebänder und der doppelten Hängesäulen, wie bei jenen Bogen, vermindert, und die daraus entstehenden Mehrkosten oder Ersparungen werden bei der, von dem mit der Ausführung des Baues beauftragten Ingenieur gemeinschaftlich mit dem Inspector und Controleur vorzunehmenden Ausmessung und Abschätzung zu- oder abgesetzt.

53. In den 12 Fuß weiten Räumen zwischen den abgekürzten Säulen in den Mittel- und Stirnpfeilern werden starke Holzverbände angebracht, welche den Schub der Lehrbogen und Widerlagssäulen aufhalten sollen, damit die darauf treffenden Curven hinreichenden Widerstand finden. Diese Holzverbände werden, vom obersten Absatz an, 10 Fuß hoch, und in der Richtung der Pfeiler 9 Fuß breit. Jeder derselben besteht aus einer Schwelle und einem Holm, welche beide so stark sind, als die Widerlagssäulen, und waagerecht und rechtwinklicht auf die, die abgekürzten Säulen auf der äußern Seite berührende Ebene, oder gleichlaufend mit den Brückenhäuptern liegen. Sie werden 12 Fuß lang und mit Schwalbenschwänzen um die halbe Holzstärke in die angeführten Schwellen und Holme eingelassen. In der Mitte der Widerlagssäulen werden Riegel mit von unten versetzten Zapfen eingebracht, über und unter diese Riegel aber kommen über einander geschnittene, 12 Fuß lange, 1 Fuß starke Kreuzbänder.

54. Diese Holzverbände werden in den Vertiefungen der Stirnpfeiler 17 Fuß breit, weshalb dazu 3 Mahl so viel nöthig sein kann, als zum Holzverband in einem Mittelpfeiler, und auch das Holz wird stärker genommen werden müssen.

55. Die kleinen Lehrbogen werden jeder durch 8 schiefliegende Verbandstücke verstrebt, wovon jedes 21 Fuß lang und 8 und 9 Zoll stark ist. Da jeder der übrigen Lehrbogen in der Mitte durch eine doppelte Reihe Pfähle unterstützt wird, so wird zur Verhütung des Ausweichens hinreichend sein, unter jedem Bogen 8 Strebebänder von 15 Fuß Länge und 8 und 9 Zoll Stärke so einzubringen, daß 4 davon auf jeder Seite in einerlei senkrechte Ebene durch je eine Reihe Pfähle fallen, unterhalb mit versetzten Zapfen in den Holmen auf diesen Pfählen, oberhalb aber mit Versatzungen in den untern Hängebändern stehen.

56. Zu den verschiedenen Kappen und Tonnengewölben, sowohl in den Mittelpfeilern als in den Stirnpfeilern, werden die erforderlichen Lehrbogen mit Spannriegeln und Hängesäulen von 8 und 9 Zoll starkem Holze, mit Knaggen und Schalhölzern von 6 bis 7 Zoll starkem angefertigt, da diese fast eben so bedeutend sind, als die zu den Brückenbogen selbst.

Mauerarbeit.

Bruchsteinmauer.

57. Der Kalk kommt aus Vernon, Marly, Chaville, Melun und andern nicht weiter entfernt liegenden Orten, wo er eben so gut zu haben ist. Der, welcher zu Wasser angefahren wird, muß in Fässer gepackt werden, damit er nicht zerfallen, oder durch Luft und Feuchtigkeit aufgelöst werden könne.

58. Der Sand wird aus der Seine gebaggert, und hernach gesiebt; indessen kann man annehmen, daß viel aus den Grundgraben erfolgen wird. Dieser, so wie der Kalk, muß bis zum Gebrauch unter Schuppen im Trocknen aufbewahrt werden.

59. Der Cement wird nicht aus Mauersteinen, sondern aus Ziegeln und Ziegelstücken bereitet, dergleichen sich in Paris und den benachbarten Ortschaften genug finden werden; allein diejenigen, welche das Stoßen derselben besorgen, müssen in strenge Aufsicht genommen werden, damit sie keine Mauersteine darunter thun, wie dies gewöhnlich geschieht.

60. Es sollen zweierlei Arten Mörtel angewendet werden. Die erste Art, welche gewöhnlich weißer Mörtel genannt wird, wird aus einem Drittel gelöschten Kalkes und 2 Dritteln trocknen Sandes zusammengesetzt, die andere halb aus Kalk und halb aus Cement. In dieser Mischung ist $\frac{1}{3}$ mehr Kalk, als gewöhnlich zu dieser Art Mörtel genommen wird, da dies, nach den mit Kalk aus Vernon und Chaville gemachten Erfahrungen, welcher, wie der aus Melun, um das Doppelte gedeiht, nöthig ist.

61. Der Kalk wird sowohl mit Sand als mit Cement in einem ausgemauerten Behälter, vermittelst einer durch Pferde zu treibenden Maschine, deren Achse im Mittelpunkt des Behälters steht, gut geschlagen. Unter dem Zugbaume wird ein Arm angebracht, der 4 Zoll kürzer als der Durchmesser des Behälters ist, worin runde hölzerne Nägel senkrecht stecken und einen Rechen bilden, der beinahe bis auf den Boden des Behälters geht, wobei jedoch die Nägel an der einen Seite des Arms so stecken müssen, daß sie mitten auf die Zwischenräume derer auf der andern Seite treffen, damit sie verschiedene Furchen hervorbringen. Jede der beiden zu mischenden Massen wird in gleich großen Hohlkarren zum Behälter gefahren, deren jede so viel Mahl gefüllt wird, bis die vorhin angeführten Verhältnisse hervorgebracht werden. Unter den Mörtel darf kein Wasser gethan, vielmehr muß derselbe, wenigstens wenn es regnet, unter Planen oder bretterne Schuppen gebracht, und von keiner Art je mehr auf einmahl gemacht werden, als man in einem Tage zu verbrauchen gedenkt. Ist indessen zuviel zubereitet, so wird er zugedeckt, damit ein über Nacht einfallender Regen den Kalk nicht herausspülen könne; und wenn durch Nachlässigkeit oder auf irgend eine andere Weise Mörtel so lange liegen geblieben sein sollte, daß er hart geworden wäre, so muß er von neuem im Behälter geschlagen und dabei eine hinreichende Menge Kalkwasser zugegossen werden.

62. Der Cement unter den Mörtel zum Vergießen und Verstreichen der Fugen zwischen den Steinen wird gesiebt, und darunter nur frisch gelöschter Kalk gethan.

63. Alle Bruchsteine müssen hart, fest und lagerhaft sein. Die runden, sogenannten Katzenköpfe, und die zu kleinen Steine, werden ausgeschossen. Sie werden in den Brüchen um Paris gebrochen, und die besten ausgesucht.

Digitized by Google

64. Die Bruchsteine werden jedesmahl so hoch, als eine Schicht Quadern, nach allen Seiten in Verband, abgeglichen, und mit Sandkalk vergossen. Sie werden sorgfältig mit der Hand auf einander gepackt, und dann mit dem Hammer in den Lager- und Standfugen so lange zusammengetrieben, bis der Mörtel in die Höhe quillt. Die Fugen werden hernach mit kleinen Bruchsteinen und platten Abgängen ausgezwickt, und alles tüchtig mit dem Hammer eingetrieben, damit nur so viel Mörtel einziehen könne, als eben nöthig ist, und im Mauerwerk keine hohlen Räume bleiben.

Quadern.

65. An Quadern kommen die hiernach angegebenen verschiedenen Arten vor. Die Steine zu den Häuptern, Bogen und Kappen der Brücke, den Mittel- und Stirnpfeilern, deren Vorder- und Hintertheilen, den Pilastern, Gesimsen, Capitälen, Kämpfern, Plinten, Sockeln und zu den Decksteinen über den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler, und den Pilastern, so wie zu den innern abgekürzten Säulen in den Mittel- und Stirnpfeilern, werden aus den Brüchen bei Saillancourt, 2 Lieues rechts von Meulan, in denen der größte Theil der Steine zur Brücke bei Neuilli gebrochen worden ist, genommen. Sie werden zu Lande bis nach Meulan geschafft, und von da zu Wasser stromauf bis auf die Bauplätze bei der Brücke.

66. Die Docken zu den Geländern, die kleinen Sockel darunter und die Deckplatten darauf, so wie die Pilaster und deren zurücktretende Theile zwischen den einzelnen Abtheilungen der Geländer, werden von eisenhaltigen oder harten Quadern aus den Brüchen bei Paris, von denen die Einfassungen des Platzes Ludwigs XV. gemacht sind, angefertigt.

67. Zu diesen Geländern, desgleichen zu den Gesimsen und andern vorstehenden Theilen, kann man auch die härtesten Steine aus den Brüchen bei Vernon oder Chérance, welche die Seine heraufgeschafft werden, nehmen; sie dürfen jedoch keine feuersteinhaltigen Theile haben. Die Stücke, in welchen in den nach Außen zu liegen kommenden Flächen dergleichen vorkommen, müssen ausgeschossen werden.

68. Die sichtbaren Theile der Stirnflächen der Flügelmauern, Pilaster, Kai- und Leinpfadsmauern werden von harten Steinen aus Arcueil, oder andern eben so harten und guten, bis 15 Fuß über den niedrigsten Wasserstand aufgeführt. Die übrigen Theile aller dieser Mauern, die Vertiefungen in den Stirnpfeilern auf der Wasserseite, die Gewölbe darüber, und die Gänge, welche nach denselben führen, von den kleinen in §. 25. erwähnten Treppen an, werden bis unter das Gesimse von den besten Steinen aus Vaugirard, Passy und Val de Meudon aufgeführt.

69. Die härtesten von allen vorerwähnten Steinen werden zu den Decksteinen der Geländer, zu den Deckplatten auf den Leinpfadsmauern, und den äußern Seiten der Fußwege auf der Brücke genommen.

70. Die Abweisesteine, welche vor die Fußwege an den Flügelmauern und den Pilastern, an deren Enden, und vor die Geländer auf den Kaimauern zu stehen kommen sollen, werden gleichfalls von den härtesten Steinen gemacht.

71. Die rauhen Werkstücke, welche hinter die, die Absätze der Pilastermauern bildenden Schichten, und an andre hernach zu bezeichnende Orte zu liegen kommen sollen,

werden für jede Mauer aus denselben Steinbrüchen genommen, aus denen die Quadern zu dieser Mauer erfolgen. Können dieselben da nicht geschafft werden, so werden sie aus den Brüchen bei Vergelay, Saint Leu, Val de Meudon, Passy und andern genommen, sobald sie wohlfeiler als Quadern sind.

72. Diese Werkstücke werden nur aus dem Groben bearbeitet. Sie erhalten gleiche Höhe mit den Quadern in den Schichten, welche die Absätze bilden, und denen in den Stirnflächen, so wie mit den nach oben zu verlängernden Wölbsteinen zwischen den Brückenhäuptern. Jedes Werkstück muß 12 bis 15 Cubikfuß, und, wo es angeht, noch mehr enthalten. Im Allgemeinen werden dieselben auf einer Seite gerade gearbeitet, und die zwei andern Seiten so, daß sie mit der ersten ohngefähr rechte Winkel machen, damit sie mit den Quadern und unter einander genauer passend versetzt werden können. Auf den Bauplätzen werden die zu jeder Schicht gehörigen Werkstücke, so wie die Quadersteine, numerirt.

73. Die Quadern, im Allgemeinen, erhalten 12, 15 und 18 Zoll Höhe, je nachdem es nöthig ist; sie werden gut behauen, gespitzt und scharfkantig bearbeitet, und dürfen weder Adern, noch weiche Stellen haben. Indessen können zu den Schichten in den Grundmauern und zu den Flügel-, Kai- und Leinpfadsmauern solche Steine genommen werden, in denen die Adern 12 bis 15 Zoll von den Stirnflächen entfernt bleiben, und mit diesen letztern nicht gleichlaufend sind; dagegen aber müssen alle Gewölbsteine, und alle Steine zu den Säulen, welche die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler bilden, zu den Capitälen, Gesimsen, Kämpfern, Plinten, Decksteinen und Deckplatten, sowohl zur Brücke und den Mauern, als zu den Pilastern und Sockeln, ganz ohne Adern und weiche Stellen sein.

74. Bei den Quadern und Werkstücken, zur Ausmauerung hinter den Schichten, welche die Absätze in den Grundmauern und den Stirnflächen bilden, und zur Verstärkung der Gewölbe, außer in den Häuptern, werden die Adern und weichen Stellen nicht als Fehler angesehen. Diese Steine werden dann blos auf die vorher beschriebene Art abgerichtet und behauen. Die Quadern und Werkstücke, die wegen fehlerhafter Stellen, oder auch wegen zu geringer Höhe und Dicke, weder in die Stirnflächen, noch zur Hintermauerung gebraucht werden können, werden zu den Bruchsteinen geworfen, selbst wenn sie schon behauen und auf den Bau gefahren worden wären.

75. Die Gewölbsteine werden sorgfältig mit, einander rechtwinklicht schneidenden Lagerflächen und Fugen, welche erstere genau in den zugehörigen Mittelpunkten der Brückenbogen, Tonnengewölbe und Kappen zusammenlaufen, bearbeitet, und dürfen in keiner Lagerfläche im Geringsten verjüngt sein. Die Stoßfugen werden ebenfalls gerade bearbeitet, und in den Häuptern, Gewölben und Kappen, so wie in den ganzen Brückenpfeilern und deren Vorder- und Hintertheilen bis unter das Gesimse, ingleichen in den abgekürzten Säulen an den Stirn- und Mittelpfeilern, mit Einschluß der Kämpfer auf denselben, genau schließend versetzt. Was die Stoßfugen der Gewölbsteine zwischen den Häuptern betrifft, so werden solche auf wenigstens $\frac{2}{3}$ ihrer Länge rechtwinklicht bearbeitet. Zu den Vorder- und Hintertheilen der Pfeiler werden die größten Steine, welche nur zu haben sind, genommen, so daß jede Schicht in jedem Theile, von den Absätzen an, aus 3 oder 4 Stücken besteht, die noch unter die Bogen und in den eigentlichen Pfeiler grei-

fen, welche letztere überall von Quadern, die in allen Richtungen im Verbande unter einander versetzt und von dem Rostbelag an verklammert sind, aufgeführt werden.

76. Die Steine, welche in die Stirnflächen der Mauern und Pilaster und in die Vertiefungen in den Stirnpfeilern nach den Bogen zu, zu liegen kommen, werden in den Lagerfugen gleichlaufend bearbeitet; aber es ist hinreichend, wenn die Stoßfugen der Läufer und die zugehörigen der Binder wenigstens in zwei Dritteln der Breite der erstern rechtwinklicht auf die Stirnfläche gearbeitet sind.

77. Alle diese Steine, zu den Gewölben, Mauern, Pilastern und Kappen, werden in den Stirnflächen, Lagerfugen und senkrechten Stoßfugen gut bearbeitet. Aus den Stirnflächen und den in die Häupter und in die innern Wölbungen fallenden Seiten der Wölbsteine darf nichts ausgesprungen und gesplittert sein; auch müssen dieselben gut behauen, gespitzt, und mit dem Krönеleisen bearbeitet werden, nachdem an allen Ecken, welche nicht abgestoßen, sondern ganz scharf sein müssen, ein Falz eingehauen worden sein wird.

78. Die äußersten Schichten der Grundmauern der Mittel- und Stirnpfeiler, welche bis zum niedrigsten Wasserstande Absätze bilden, sollen aus 4 Fuß langen, 3 Fuß breiten Läufern, und 3 Fuß in der vordern Seite langen, 4 Fuß, oder doch beinahe so tief, in die Mauer greifenden Bindern bestehen, welches 3 Fuß 5 Zoll 3 Linien mittlere Stärke giebt. Der ganze Raum hinter diesen Schichten, durch die ganze Stärke der Mittel- und Stirnpfeiler, mit Einschluß der Vorsprünge der Vorder- und Hintertheile an den Stirnpfeilern, wird mit rauhen Werkstücken im Verbande ausgesetzt.

79. Die Schichten, welche die Stirnflächen der Flügel-, Kai- und Leinpfadsmauern, der Pilaster und Hintermauerungen der Bogen bilden, sollen ebenfalls aus 3 Fuß 6 Zoll langen, 27 Zoll breiten Läufern, und ohngefähr 30 Zoll in der äußern Ansicht langen, 33 Zoll tief in die Mauer gehenden Bindern bestehen. Die Abmessungen dieser Steine müssen sich übrigens nach den Pilastern und deren Vorsprung, so wie nach dem bäurischen Werk an denselben, sowohl der Festigkeit als des angenehmen Aeußern wegen, richten. Die mittlere Dicke der Werksteinbekleidung, ohne den Vorsprung des bäurischen Werks, beträgt 2 Fuß 5 Zoll 6 Linien. Die Schichten, welche die Absätze bilden, werden 15 oder 18 Zoll hoch, je nachdem die Steine in den Brüchen zu haben sind, und springen im Ganzen, sowohl vor den Stirnflächen, als auf der hintern Seite der Mauern und Stirnpfeiler, so viel vor, als vorhin angegeben worden.

80. Die Steine zu den Schichten der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, und der viereckigen Theile derselben, sowohl derer zwischen den Bogen, als auch derer an den Stirnpfeilern, müssen in der Stirnfläche wenigstens 5 Fuß Länge, und, rechtwinklicht hierauf gemessen, eben so viel mittlere Breite haben, wobei die größten Stücke zu den am meisten hervorstehenden Theilen genommen werden, wie im §. 161. angegeben werden soll. Die Höhe derselben muß der der Schicht, welche den zugehörigen Absatz der Mittel- oder Stirnpfeiler bildet, gleich sein. Der hinter diesen 4 ersten Schichten bleibende Raum wird mit großen harten rauhen Werkstücken in Verband ausgeglichen.

81. Die Räume hinter den vierten Schichten zwischen den innern Nebenpfeilern der abgekürzten Säulen unter den Bogenstellungen, oder den 12 Fuß breiten hohlen Räumen in der Mitte jedes Pfeilers, wovon vorher die Rede gewesen, werden, anstatt mit rauhen Werkstücken, mit großen, genau rechtwinklicht bearbeiteten, in Verband versetzten, mit

Digitized by Google

Cementmörtel vergossenen und verstrichenen Quadern, die hernach von oben verklammert werden, ausgeglichen, damit man hier nicht genöthigt sei, umgekehrte steinerne Bogen anzulegen.

82. Eine eben solche, aber nur 12 Zoll hohe Schicht Quadern kommt auf das Mauerwerk unter den Vertiefungen in den Stirnpfeilern und den kleinen 2 Fuß 6 Zoll breiten Gängen nach den kleinen Treppen zu liegen; allein hiervon wird nur die äußerste Schicht in den Stirnflächen der Landpfeiler verklammert.

83. Die Lehren zu den Brückenbogen, Tonnengewölben und Kappen, ingleichen zu den Säulen, welche die Vorder- und Hintertheile der Mittelpfeiler bilden, und zu den abgekürzten Säulen in der Mitte der letztern, werden auf einem festen Boden, der in der Richtung senkrecht auf die Sehnen der Bogen und Kappen einen Zoll auf die Toise Fall hat, aufgerissen. Auf diesen Boden kommt eine 8 Zoll starke Lage Mauerwerk von Bruchsteinen und Kalk, und darauf wieder ein Gips-Estrich, der mit der Kelle gut geschlagen und geglättet wird. Die Bogen, welche ohngefähr 20 Toisen Halbmesser haben, werden nicht mit einer Schnur gezogen, sondern durch Abscissen und Ordinaten aufgetragen, welche für jeden Wölbstein besonders, nach den in den §§. 2. 3. und 4. angegebenen Sehnen und Höhen der Bogen, berechnet werden.

84. Um die untersten Wölbsteine in den Häuptern der Bogen mit den darauf treffenden Schichten der Nebenpfeiler und der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler in Verband zu bringen, erhalten die erstern waagerechte Verkröpfungen, welche einmahl um das andere 3 Zoll und 6 Zoll tief in die Nebenpfeiler greifen, so daß zwei und drei Verkröpfungen zu einem Wölbsteine gehören können. Hierzu soll noch eine besondere Lehre gegeben werden. Diese Verkröpfungen, welche in die waagerechten Schichten eingreifen, werden weder von oben noch von unten vergossen und verstrichen, und erhalten einen Zoll hohe Fugen, damit sie durch den ungleichen Druck der Gewölbsteine und der waagerechten Schichten, wobei der der erstern am stärksten sein würde, zerbrochen werden können, und außerdem werden die Schichten über den obersten Verkröpfungen erst drei Monate nach Wegnahme der Lehrbogen versetzt. Was die Gewölbsteine zwischen denen in den Häuptern, von denen so eben die Rede gewesen ist, betrifft, so werden sie in der Richtung der Halbmesser durch rauhe Werkstücke verlängert, die durch waagerechte Schichten unterstützt werden, welche, wie gewöhnlich, Lager bilden.

85. Bei den 3 Bogen der neuen Brücke bei Pont-Sainte-Maixence, deren jeder 72 Fuß Oeffnung hatte, und aus Einem Mittelpunkt, bei einer Höhe von 6 Fuß, auf welche 1 Fuß zugegeben war, da man angenommen hatte, daß durch das Zusammendrücken der 58 zwischen den Wölbsteinen befindlichen, im Durchschnitt $5\frac{1}{8}$ Linien starken Fugen, jeder Bogen sich um so viel setzen könnte, beschrieben war, hatte der Halbmesser des zum Grunde gelegten Bogens 111 Fuß, und der des um 1 Fuß überhöhten Bogens 96 Fuß $10\frac{1}{2}$ Linien Länge. So lange die Lehrbogen standen, haben sich die angeführten Bogen nach Abzug von 1 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linien, um welche Höhe eine gewisse Zahl unterer Wölbsteine zu hoch versetzt worden war, nur um 2 Zoll 1 Linie gesetzt, und während eines Monats nach Wegnahme der Lehrbogen, womit auch erst einen Monat nach erfolgtem Schluß angefangen wurde, nur noch um 3 Zoll 9 Linien mehr; also in Allem, mit Einschluß der vorerwähnten 2 Zoll 1 Linie, um 5 Zoll 10 Linien. Man hält dafür, daß, während auf

diese Bogen noch der übrige Theil des Mauerwerks, die Geländer, die Fußwege und das Pflaster aufgebracht werden, dieselben sich in einem Jahre höchstens noch um 2 Zoll setzen können, so daß die Bogen sich noch um mehr als 4 Zoll setzen müßten, um 6 Fuß, wie angenommen, von der Sehne an hoch zu bleiben; allein da die kleinen Bogen der Brücke am Platze Ludwigs XV. 6 Fuß weiter werden sollen, als die der Brücke bei Pont-Sainte-Maixence, aber nur, wie diese, 6 Fuß von der Sehne an hoch, so wird es hinreichen, auf diese Höhe nur 1 Fuß zuzugeben, wobei die Wölbsteine gleichfalls einen Monat auf den Lehrbogen liegen bleiben sollen, damit der Mörtel in den Fugen Zeit behalte, hinreichende Festigkeit zu erlangen, um dem Drucke der Wölbsteine zu widerstehen.

86. Nach der vorangeführten Erfahrung werden die Bogen mittlerer Größe der Brücke am Platze Ludwigs XV. von 87 Fuß Oeffnung nicht mehr als 15 Zoll von der Sehne an überhöht, oder überhaupt nur 8 Fuß 8 Zoll hoch gemacht zu werden brauchen, der mittelste Bogen aber, von 96 Fuß Oeffnung, nur 18 Zoll zu überhöhen oder im Ganzen nur 10 Fuß 8 Zoll hoch zu machen sein, wobei alle Bruchtheilzolle weggelassen sind. Die Wölbsteine in und zwischen den Häuptern werden nach den Halbmessern der überhöhten Bogen behauen, wie dies mit Erfolg bei Pont-Sainte-Maixence geschehen ist, um das Setzen zu verringern.

87. Die Gewölbsteine in den Häuptern in der Gegend des Schlusses werden so hoch, als im §. 12. angegeben, und haben in der verlängerten Richtung des Halbmessers, senkrecht auf die untere Ansicht des Architravs gemessen, um 9 Zoll hervortretende Theile. Da die übrigen Gewölbsteine oben waagerecht bearbeitet werden, und bis zur Unterkante des Architravs und bis zu den Lagerfugen der waagerechten Schichten in den äußern Ansichten der Hintermauerungen gehen, so werden diejenigen derselben, an welchen sich die Vorsprünge befinden, abwechselnd 5 Fuß und 4 Fuß lang, die übrigen aber 9 Zoll kürzer, also 4 Fuß 3 Zoll und 3 Fuß 3 Zoll lang. Die Gewölbsteine in den Häuptern, an welchen sich Vorsprünge befinden, und die, welche bis zur Unterkante des Architravs reichen, werden 6 Zoll höher gemacht, als vorher angegeben, und die Vorsprünge selbst müssen um 3 Zoll zu weit nach unten reichen, damit nach Wegnahme der Lehrbogen und erfolgtem Setzen der Gewölbe alle die Steine, die über die obere waagerechte Kante, welche wirklich gebildet werden soll, hervorstehen, und die untern Theile der Vorsprünge, in der Brücke selbst, nachgehauen werden können, wobei jedoch, anstatt einer ganz geraden Linie, ein durch den ganzen vertieften Theil des Brückengewölbes reichender, 3 Zoll von der Sehne an hoher Bogen genommen wird.

88. Die Gewölbsteine zwischen denen in den Häuptern werden voll gearbeitet, wenigstens eben so hoch, als die im Schluß, und 3 und 4 Fuß lang. Die verschiedenen Maaße derselben müssen übrigens danach eingerichtet werden, daß diese Steine mit den Kappen in den untern Theilen gut zusammenpassen. Diese Kappen werden aber aus jeder Schicht Wölbsteine herausgehauen, und nicht nach den Regeln der Kunst des Steinschnitts bearbeitet, damit sich der Mörtel in den Fugen jeder Schicht, von einem Haupt zum andern, überall gleichförmig zusammendrücke. Die in den untersten Schichten werden in der Richtung der Halbmesser, im mittlern Bogen, bis zur waagerechten Ebene durch die äußere Kante der Schlußsteine, und in den andern Bogen bis zu den geneigten Ebenen durch die äußern

Kanten derſelben mit rauhen Werkſtücken verſtärkt. In der innern Wölbung müſſen alle Gewölbſteine 15 bis 16 Zoll breit ſein.

89. Die Gewölbſteine in jedem der 6 Fuß breiten Tonnengewölbe, über den Vertiefungen in den Außenſeiten der Stirnpfeiler, werden ohngefähr 18 Zoll hoch, 10 bis 12 Zoll in der innern Wölbung breit, und 2 und 3 Fuß lang, und eben ſo in den Gewölben nach Kreisbogen über den Durchgängen nach den kleinen Treppen.

90. Jede Stufe dieſer kleinen Treppen muß aus einem einzigen Steine von der größten Härte beſtehen, an welchem zugleich der zugehörige Theil der Spindel ſitzt, und der 3 Zoll tief in die Umfaſſungsmauern der Treppe, und in die äußern, in welchen die Steine durchgehen, eingelaſſen wird.

91. Jede Schicht in den ſichtbaren Stirnflächen wird waagerecht auf allen Seiten der Mittel- und Stirnpfeiler, der Vorder- und Hintertheile der erſtern, der Flügelmauern und der Pilaſter darin, herumgeführt. Dieſe Schichten erhalten 12 bis 15 und 16 Zoll Höhe.

92. Jede Schicht Gewölbſteine wird ebenfalls waagerecht verſetzt, und in und nach einerlei Ebene mit denen in den zuſammengehörigen Häuptern ein- und abgerichtet, wobei indeſſen jede Schicht Schlußſteine $1\frac{1}{2}$ Zoll nach der Mitte zu anſteigt; jede tiefer liegende Schicht aber immer etwas weniger, ſo daß ſich dieſe Wölbung beim Anfang des Gewölbes ganz verliert, und zwar weil die obern Theile der Bogen ſich gewöhnlich nach der Breite der Brücke ſetzen, weshalb jede Schicht Gewölbſteine wie ein Gewölbe angeſehen werden kann, deſſen Widerlager die Häupter bilden. Die Capitäle, Geſimſe, Plinten, Geländer und Deckſteine werden genau nach der Neigung der Brücke, der Flügel- und Kaimauern eingerichtet und verſetzt, wobei jedoch, in Betreff der rechtwinklicht zurücklaufenden Seiten der Geſimſe über den Säulen, auf das im §. 17. Angeführte Rückſicht zu nehmen iſt.

93. Die Schichten Gewölbſteine in den Bogen erhalten die in den §§. 87. und 88. angegebenen Maaße. Die Lagerfugen der 5 erſten Schichten werden gegen die untern Theile der kleinen Bogen, auf der Seite der innern Wölbung, nach der Ordnung, in welcher ſie verſetzt werden, 10, 9, 8, 7 und 6 Linien weit, und laufen auf der äußern Seite auf 2 Linien zuſammen, damit ſie beim Setzen nach Wegnahme der Lehrbogen gleichlaufend werden können. Aus demſelben Grunde werden die Fugen zwiſchen dem Schluß und den zwei anliegenden Schichten außerhalb 9 Linien weit, und die folgenden auf jeder Seite 8 und 7 Linien, innerhalb aber ebenfalls nur 2 Linien, weil in dieſem Theile des Gewölbes, beim Setzen, die äußere Seite ſich zuſammendrückt, während zugleich die ſtärkſten Fugen in den untern Theilen der Gewölbe ſich auf der innern Seite ſchließen. Die Lagerfugen der übrigen Gewölbſteine werden, im erſten Viertel des Gewölbes auf jeder Seite, auf der innern Seite 6 Linien, auf der äußern 4 Linien ſtark. Eben ſo, nur in umgekehrter Richtung, wird die obere Hälfte des Gewölbes behandelt, d. h., die Fugen werden außerhalb 6, innerhalb 4 Linien ſtark, genau oder wenigſtens beinahe, und immer aus dem Grunde, weil die Fugen nach Wegnahme der Lehrbogen gleichlaufend werden ſollen, wodurch ſie im Durchſchnitt 6 Linien ſtark werden. Eben ſo wird bei den übrigen Bogen verfahren, außer daß die Fugen im Verhältniß der größeren Oeffnungen weiter und enger gemacht, auch dieſe verſchiedenen Breiten der Fugen auf die überhöhte Lehre zu jedem Bogen aufgetragen werden.

94. Die

94. Die durchlaufenden Schichten in den Flügel- und Kaimauern, den Pilastern in denselben, in der Leinpfadsmauer und zu den Absätzen unter diesen Mauern, erhalten gleichfalls abwechselnd Läufer und Binder, wie bereits §. 79. angeführt worden. Die Lagerfugen werden 4 Linien hoch, und die Stoßfugen eine oder zwei Linien stärker. Alle Steine werden auf Keilen von weichem Holz versetzt, welche aber 6 Zoll von den Stirnflächen und Ecken abbleiben müssen. Nachdem die Steine mit Wasser begossen worden, um den Staub und andere fremdartige Körper abzuspülen, werden sie in ihren Lager- und Stoßfugen mit Cementmörtel vergossen und verstrichen. Hierzu wird eine platte eiserne Kelle mit Zähnen gebraucht, und der Mörtel, dessen man sich bedient, darf nicht zu steif sein, um leicht in die Lager- und Stoßfugen eingebracht werden zu können.

95. Alle Fugen zwischen den Wölbsteinen nach den innern Seiten der Gewölbe zu, und alle Fugen in den Stirnflächen, werden mit Werk zugestopft, damit der Mörtel nicht herausfließen könne. Nachdem die Steine gut vergossen und verstrichen sind, werden die Fugen, wo auf der hintern Seite oder in den Gewölben auf der äußern Seite etwa Stücke fehlen, mit harten Steinabgängen ausgezwickt, welche mit dem Hammer oder mit dem Ende der Kelle, wo man damit dazu kommen kann, eingetrieben werden, so daß keine hohle Stelle bleibe, und der Mörtel zurücktreten und alle Zwicksteine umgeben könne.

96. So wie die Schichten oberhalb der Absätze in den Mauern aufgeführt werden, müssen sie auch im übrigen Theile der Stärke auf der hintern Seite mit harten Bruchsteinen und gutem Sandmörtel abgeglichen, dabei aber die Böschungen der Stirnflächen und die Absätze auf den hintern Seiten bei allen den Mauern, wo dergleichen vorkommen, berücksichtigt werden.

97. Bevor eine neue Schicht in den Mauern oder Gewölben versetzt wird, müssen die Quadern und rauhen Werkstücke nachgehauen werden, um in den erstern die Höhen genauer bekommen, und in den letztern die Lagerflächen besser abrichten zu können. Die hervorstehenden Stellen in den Stirnflächen, und die Vorsprünge, welche zur Erleichterung des Versetzens der Steine und des Richtens der Lehrbogen stehen gelassen worden, werden in den durchlaufenden Schichten gleichfalls nachgehauen. Was die Gewölbsteine betrifft, so muß man das Nachputzen und Weghauen der Vorsprünge so lange aufschieben, bis die Lehrbogen eingenommen sind.

98. Die Steine zu den Gesimsen, Capitälen der Säulen, Kämpfern und Deckschichten der Kai- und Leinpfadsmauern, so wie die durch die ganze Stärke der Geländermauern reichenden, unter den Decksteinen der letztern, werden wenigstens 4 oder 5 Fuß lang genommen, und breit genug, um durch die ganze Ausladung des Queerschnitts und noch so weit in die Mauer zu reichen, um das Kippen der übergekragten Theile zu verhüten. In der obersten Schicht im Gesimse gehen die in die Mauer greifenden Theile bis unter die innere Seite der Geländer, und die Schicht selbst wird 2 Fuß hoch, damit sie den Kranzleisten, und die Abwässerung über dem Rinnleisten bilden könne. Jede der beiden innern Schichten des Gesimses wird 15 Zoll hoch; die erste derselben bildet die Hohlkehle und das Plättchen zwischen dieser und dem Kranzleisten, so wie die Capitäle der Kragsteine und den Ablauf am obern Ende der letztern; die zweite oder unterste aber den übrigen Theil der Kragsteine und die Ansicht des Architravs, wobei sowohl nach der Länge der Stirnflächen, als nach der Breite der Lagerfugen, die einzelnen Steine in jeder Schicht, und die Schich-

ten selbst unter einander in Verband gelegt werden müssen. Die längsten Steine, welche in den Brüchen zu erhalten sind und angefahren werden können, werden zu Decksteinen auf die Geländer genommen, an den Enden rechtwinklicht bearbeitet, und mit nur 2 Linien starken Fugen versetzt.

99. Die Schicht harte Steine vor den Fußwegen auf der Brücke und an den Flügelmauern wird überall 15 Zoll hoch, 18 Zoll breit mit dem Mauerwerk der Brücke verbunden, und in der Oberkante mit der Unterkante der Geländer gleichlaufend gelegt, wobei die letztern von den Fußwegen an, 3 Fuß Höhe erhalten, und mit Einschluß der Deckschichten, welche oberhalb 1½ Zoll abgewässert werden, aus 3 Schichten, jede von 1 Fuß Höhe, bestehen.

100. Jede der 2 Stufen auf jedem Ende jedes Fußweges wird 18 Zoll breit, mit Einschluß von 3 Zollen, welche durch die nächst darüber liegende verdeckt werden. Diese Stufen erhalten zwar 6 Zoll Höhe, allein die untern werden 9 Zoll stark gemacht, um, so wie die Schicht längs den Fußwegen, 3 Zoll eingepflastert werden zu können. Die Steine zu diesen Stufen müssen wenigstens 5 bis 6 Fuß lang sein, und die untern werden an den äußern Enden nach Viertelskreisen abgerundet.

101. Es werden 24 Radabweiser von Gußeisen eingesetzt, und zwar davon vor jeden der ausspringenden Winkel an den Enden jedes Fußweges, mit Einschluß derer an den Sockeln der letzten Pilaster an den Enden der Flügelmauern, drei. Jeder Abweiser wird mit Einschluß des einzupflasternden Theils 2½ Fuß lang. Es soll eine Zeichnung von einem solchen angefertigt werden.

102. Es werden ferner halbrunde Radabweiser von harten Steinen vor die Geländer und Kaimauern gesetzt, wie §. 12. vorgeschrieben, und zwar 12 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Sie werden 3½ Fuß hoch, mit Einschluß von 2 Fuß für den einzupflasternden Theil, der zugleich in Bruchsteinmauer versetzt wird. Diese Abweisesteine werden auf der vordern Seite mit 6 Zoll Anlauf abgerundet, hinten aber gerade gelassen, über dem Pflaster 15 Zoll, am obern Ende, welches 1 Zoll abgewässert wird, 12 Zoll breit und 1 Zoll von dem Geländer entfernt gesetzt.

103. Wenn das Geländer nachgepußt ist, so wird aus allen Fugen in den äußern Stirnflächen mit einem Eisen der Gußmörtel 1 Zoll tief ausgekratzt. Diese Fugen werden hierauf genäßt, und von neuem mit Mörtel ausgefüllt. Außerdem wird mehrmals mit einem gekrümmten Eisen, mit einem Haken am Ende, womit die Fugen auf vorerwähnte Art ausgekratzt worden sein werden, und welches etwas schwächer als diese Fugen ist, durch diese letztern gestrichen, um den Mörtel glatt zu reiben, und bis auf etwa eine Linie hinter die Stirnflächen zurückzudrücken, damit die Kanten der Steine sichtbar werden.

Eisen.

104. Alles Eisen kommt aus den Berryschen Hammerwerken. Es muß gut geschweißt, zähe und nicht spröde sein. Jeder Pfahlschuh erhält 4 Federn, jede 18 Zoll lang, 20 Linien breit und 4 Linien stark, welche an den Schuh sorgfältig angeschweißt, aber nicht verschwächt oder verbrannt sein müssen. Der Schuh muß oben 3 Zoll im Quadrat stark, 6 Zoll lang sein, und kegelförmig in eine etwas abgerundete Spitze zusammenlaufen. In jede Feder kommen 4 Löcher, durch welche eben so viel starke besonders dazu ge-

Digitized by Google

ſchmiedete Nägel in den Pfahl geſchlagen werden. Ein Schuh mit allem Zubehör muß 25 Pfund wiegen.

105. Die Schuhe zu den Spundbohlen erhalten 2 Federn, wie die zu den Pfählen, welche auch eben ſo angenagelt werden. Der eigentliche Schuh muß die Spundbohle einen Zoll hoch umfaſſen, und jeder derſelben 12 Pfund wiegen.

106. Die Nägel, womit der Roſtbelag auf die Roſtſchwellen genagelt wird, müſſen 6 bis 7 Zoll lang und ½ Pfund ſchwer ſein. Die zum Annageln der Riegelhölzer der Fangedämme an die Pfähle, und der Zangen auf die Riegelhölzer, müſſen 11 Zoll lang ſein, und 1 Pfund wiegen.

107. Die Bolzen zu den Rahmen der Fangedämme werden 12 Zoll zwiſchen Kopf und Splitt lang, 9 Linien ſtark. Jeder derſelben muß mit Scheibe und Splitt 3 Pfund wiegen.

108. Die Klammern zu den Schichten in den Pfeilern, den Vorder- und Hintertheilen derſelben, von dem oberſten Abſatz an bis zu den Capitälen der Säulen einſchließlich, und zu dem Theile des letzten Abſatzes, welcher zwiſchen den abgeſchnittenen Säulen einen Boden bildet, ingleichen zu der äußern Schicht vor den Vertiefungen in den Stirnpfeilern, und an andern Stellen, wo dergleichen nöthig ſein könnten, werden 18 Zoll lang, mit Einſchluß von 3 Zollen für den Schenkel auf jeder Seite. Dieſe Länge wird auf der obern Seite der Klammern gemeſſen. Jede Klammer wird 1 Zoll im Quadrat ſtark, und wiegt 6 Pfund. Sie kommen 1 Fuß hinter die Stirnflächen zu liegen, und werden um einige Linien über ihre Stärke in die Steine eingelaſſen. Diejenigen, über welche wieder Steinſchichten zu liegen kommen, werden mit Cementmörtel, die übrigen aber mit Blei vergoſſen.

109. Senkrecht über einander in verſchiedenen Schichten, überall wo es von Nutzen iſt, werden Ringe angebracht, und zwar jeder unterſte 3 Fuß über dem niedrigſten, und jeder oberſte 3 Fuß über dem höchſten Waſſerſtande, bei welchem Schiffe fahren können. Dieſe Ringe werden innerhalb 8 Zoll weit, von Stabeiſen, gut abgerundet und geſchweißt, 20 Linien im Durchmeſſer ſtark. Die Bolzen zu denſelben werden aus 15 Linien ſtarkem Stabeiſen geſchmiedet, welches, doppelt zuſammengelegt, mit Einſchluß des Oehrs, wodurch der Ring geht, und eines 3 Zoll langen Hakens am Ende in jedem Schenkel, 3 Fuß 9 Zoll lang iſt. Alles zuſammen wird 80 Pfund wiegen. Uebrigens werden die Ringe mit Einſchluß der Oehre in die Stirnfläche eingelaſſen, damit die Schiffe, wenn ſie an dieſen Stirnflächen vorbeifahren, keinen Schaden nehmen können. Die durchgehenden Enden dieſer Bolzen werden übrigens wie die Krampen um ihre ganze Stärke, und einige Linien mehr, in die unterſte von den beiden Schichten, zwiſchen welche ſie zu liegen kommen, eingelaſſen.

110. Die eiſernen Schienen längs den obern Kanten der Schichten vor den Fußwegen werden 6 Zoll hoch, 6 Linien ſtark, und auf jeder Seite der Brücke 110 Toiſen 3 Fuß 6 Zoll lang. Sie werden um ihre ganze Stärke in den Stein eingelaſſen, und vor jeder Stoßfuge durch einen 2½ Fuß langen, 9 Linien im Durchmeſſer ſtarken Bolzen befeſtigt, deſſen Kopf in der Außenſeite der Schiene liegt. Die hintern 6 Zoll dieſes Bolzens werden breit geſchmiedet, in 2 Theile geſpalten, und deren jeder ſo umgebogen, daß jedes Ende hinter einen von den Steinen, welche die Fuge bilden, greift. Die Löcher, wodurch die Bolzen gehen, werden in waagerechter Richtung 2 Linien weiter, als die Bolzen ſtark ſind,

und eben so die Vertiefung in der Schiene, in welche der Kopf tritt, damit die Ausdehnung des Eisens durch die Hitze der Sonne und die Zusammenziehung desselben beim Froste nicht gehindert werde. Deshalb muß auch an den Enden der einzelnen Stücke, deren jedes um die Hälfte seiner Höhe 6 Zoll lang ausgeschnitten wird, und um eben so viel über das anliegende und zugleich 3 Zoll über die zugehörige Stoßfuge der Steine reicht, wobei ein Bolzen, wie die vorbeschriebenen, durch die Mitte jeder Fuge geht, auf die laufende Toise ein Zoll Spielraum gelassen werden. Jedes Stück Schiene muß übrigens so lang sein, als es nur irgend geschmiedet werden kann.

Pflaster.

111. Das Pflaster auf der Brücke und den auf dieselbe führenden Wegen wird von Sandstein gefertigt. Dieser wird aus den Brüchen in der Gegend von Orçay und bei Pontoise an der Oise entnommen. Nur die härtesten Bänke in diesen beiden Brüchen sind zu benutzen. Die zu weichen Steine werden sowohl in den Brüchen, als auf der Baustelle, selbst nach geschehener Verwendung, verworfen, wenn sie nicht von gehöriger Güte sind. Alle Pflastersteine müssen 8 und 9 Zoll stark sein, werden zerschlagen und ohne alle Verjüngung nach unten abgerichtet.

112. Der Sand wird im Flusse gebaggert; er muß kiesig und eben so gut sein, als der zum Mauerwerk der Brücke.

113. Die Steine zum Pflaster der Fußwege werden aus den vorerwähnten Brüchen entnommen. Sie müssen 6 Zoll lang, breit und dick sein, und so viel als möglich würfelförmig zerschlagen werden. Dieses Pflaster wird in Cementmörtel auf einen 3 Zoll starken Estrich von eben solchem Mörtel gesetzt, welcher letztere auf das Bruchsteinmauerwerk zu liegen kommt, wodurch die Hintermauerung der Bogen erhöhet wird.

Dritte Abtheilung.

Bauart.

114. Der Bau soll in 5 Jahren vollendet werden. Im ersten Jahre werden die erforderlichen Vorräthe von den verschiedenen Arten von Materialien angeschafft, angefahren, und auf den so nahe als möglich an den beiden Enden der Brücke anzulegenden Bauplätzen zugerichtet. Zugleich müssen die Schuppen zur Unterbringung des Holzes und der Geräthschaften und die Schmieden erbaut, die Rammen zum Einschlagen der Grund- und Langpfähle, die Maschine zum Ausschöpfen des Wassers mit einem durch den Fluß selbst in Bewegung zu setzenden Wasserrade, und die außerdem zu Hülfe zu nehmenden Scheibenkünste angefertigt werden. Die Bauplätze, auf welchen die Lehrbogen und andern großen Zimmerstücke bearbeitet werden sollen, müssen abgesondert von denen, auf welchen die Quadern und Bruchsteine zugehauen werden sollen, angelegt, und, wenn es nöthig, mit Geländern eingefaßt werden, wovon jedoch die Rasenplätze auf dem Platze Ludwigs XV., die schon mit Geländern eingefaßt sind, ausgeschlossen bleiben, indem die Stadt ersucht werden wird, die Benutzung dieser Plätze unter der Bedingung zu gestatten, daß nach

Digitized by Google

Erbauung der Brücke der Rasen wieder hergestellt werde. Die Kalkgruben, und eine oder zwei Roßkünste zur Bereitung des Mörtels, so §. 61. beschrieben, werden am Ufer nahe bei dem aufzuführenden Mauerwerk angelegt. In demselben Jahre wird auch noch angefangen, die Erde und den Sand bis zum kleinsten Wasserstande, so weit es zur Gründung der zwei Stirnpfeiler, und der Flügel-, Kai- und Leinpfadsmauern nöthig ist, auszugraben und wegzuschaffen.

115. Im zweiten Jahre wird damit angefangen, einen Fangedamm um den ersten Mittelpfeiler vom Platze Ludwigs XV. an, den Stirnpfeiler, die Flügelmauern und Pilaster in denselben, die zugehörige Leinpfadsmauer und die Queermauern hinter derselben, und einen ähnlichen Fangedamm um den zweiten Mittelpfeiler anzulegen. Dann werden die Schöpfmaschinen angebracht, die Grundpfähle geschlagen, die Rostschwellen, Zangen und die Beläge aufgebracht, und das Mauerwerk, mit Einschluß von 4 Absätzen, 9 Fuß hoch aufgeführt. Diese zwei Fangedämme werden hierauf ausgezogen, nach dem andern Ufer gebracht, und zu den Abdämmungen um den dritten Mittelpfeiler, um den Stirnpfeiler und den vierten Mittelpfeiler auf der Seite nach dem Bourbonschen Pallaste zu, und um die Flügelmauern auf dieser Seite, gebraucht. Die Schöpfmaschinen werden hierauf auf die Seite geschafft, die Grundpfähle eingeschlagen, darauf Schwellen, Zangen und Belag gebracht, und dann das Mauerwerk 9 Fuß hoch oder 3 Fuß über den kleinsten Wasserstand aufgeführt, zugleich aber mit solcher Geschwindigkeit gearbeitet, daß die letztern Fangedämme vor dem Spätjahre herausgenommen werden können.

116. Im dritten Jahre wird das Mauerwerk bis unter die Bogen aufgeführt, alle Lehrbogen, welche in den zwei vorhergehenden Jahren abgebunden worden, aufgestellt, und alle Kappen-Gewölbe und die über den Vertiefungen in den Stirnpfeilern angelegt.

117. Im vierten Jahre werden alle 5 Bogen, und zwar zeitig genug, gewölbt, um die Lehrbogen zwar erst einen Monat nach Einbringung der Schlußsteine, aber immer noch einen Monat vor Eintritt des hohen Wasserstandes, und zugleich mit den zwei Reihen Pfählen unter den drei mittelsten Bogen zur Verstärkung der Lehrbogen, einnehmen zu können.

118. Im fünften Jahre werden die Gewölbsteine in den Brückenbogen verstärkt, die Stirnflächen der Hintermauerungen, die übrigen Theile der Vorder- und Hintertheile der Pfeiler und deren Capitäle und Gesimse, ingleichen die Sockel auf den letztern und den Pilastern an den Enden der Flügelmauern aufgeführt. Demnächst werden die Gesimse, die Brustmauern und die Docken-Geländer aufgebracht. Auch werden die Fahrbahn, die Fußwege und die Auffahrten nach der Brücke gepflastert, und die eisernen Obelisken aufgesetzt. Endlich werden die erforderlichen Fangedämme vor den Kaimauern angelegt, und das Wasser hinter denselben ausgeschöpft, damit sie nebst dem übrigen Theile der Leinpfadsmauern zu Ende der fraglichen Bauzeit fertig sein können.

119. Der Fangedamm um den ersten Stirn- und Mittelpfeiler wird 80 Toisen, und der um den zweiten Mittelpfeiler 60 Toisen in der Ummessung lang, wobei zwischen beiden ein 18 Fuß breiter Zwischenraum bleibt, in welchen das Wasserrad zu liegen kommt, welches zum Ausschöpfen des Wassers, erst zum ersten Stirn- und Mittelpfeiler, hernach zum zweiten Mittelpfeiler gebraucht werden soll. Diese Fangedämme sollen aus zwei Reihen Pfählen bestehen, deren Spitzen angekohlt werden, um sie zu härten, wenn der Boden

Digitized by Google

nicht so fest ist, daß Pfahlschuhe nöthig werden. Diese Pfähle sollen 4 Fuß nach der Länge der Seiten, und 8 Fuß rechtwinklicht auf diese Richtung von Mitte zu Mitte von einander entfernt, und in beiden Reihen einander gerade gegenüber zu stehen kommen. Mit dem Einrammen dieser Pfähle wird oberhalb angefangen, und dieselben mit einem 600 Pfund schweren Bär so eingeschlagen, daß die obern Enden derselben sich noch 6 Fuß über dem kleinsten Wasserstande befinden, wenn die untern Enden 3 Fuß in festem Boden stecken, weshalb öfters gebohrt werden muß, um die Länge, welche die Pfähle für jeden einzelnen Theil des Fangedamms haben müssen, zu erforschen.

120. Zugleich mit den Fangedammspfählen werden die zwei Reihen unter den Mitten der Lehrbogen, ohngefähr 6 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt, und so geschlagen, daß lothrecht unter jede Curve ein Pfahl zu stehen kommt, wobei mehrere Pfähle, in der Reihe zunächst am ersten Pfeiler, mit den äußern Fangedammspfählen in eine Flucht fallen, so daß hier 2 für 3 gerechnet werden können.

121. Auf der äußern Seite der Pfähle, 5½ Fuß über dem niedrigsten Wasserstande, wird eine Reihe 6 Zoll starker Riegelhölzer, welche in den Stößen so auf einen Pfahl treffen müssen, daß sie 14 Zoll über einander greifen, angebracht, und an jeden Pfahl mit Nägeln mit Widerhaken befestigt.

122. Queer über die Riegelhölzer, und an je einen Pfahl um den andern, werden 13 Fuß lange, über den Riegelhölzern noch 8 Zoll starke Zangen aufgelegt, da dieselben noch stark genug bleiben müssen, um, nachdem sie von unten 3 Zoll tief über die Riegelhölzer übergeschnitten und mit eisernen Nägeln aufgenagelt worden, noch die auf die Fangedämme zu setzenden Gerüste zu tragen.

123. Auf die innere Seite jeder Reihe Fangedammspfähle werden in Rahmen 12 Fuß lange Spundbohlen lothrecht und genau passend geschlagen. Jeder Rahmen besteht aus zwei 4 Zoll starken, 9 bis 10 Zoll breiten, 10½ Fuß aus einander stehenden Stangen, welche durch vier eben so starke und hohe, 12 Fuß lange Riegel verbunden sind, und vermittelst 3 Linien starker eiserner Scheiben auf jeder Seite jeder Stange 4½ Zoll *) weite Falze bilden. Diese Riegel werden doppelt angebracht, und mit den Stangen durch Bolzen mit Splitt und Scheibe verbunden. Die obern werden 6 Zoll unter den obern Enden der Stangen, die untern aber so tief angebracht, daß sie, wenn die Rahmen eingeschlagen sind, nur wenig über dem Grundbette des Flusses liegen. Diese Rahmen werden zuvörderst auf dem Zimmerplatze abgebunden, und dabei die Falze mit Spundbohlen von der Dicke der Stangen ausgefüllt, mit der Queerart abgerichtet, und unter einander und mit den Stangen gleichlaufend bearbeitet. Zuerst werden die Rahmen in den gegen den Strom liegenden Theilen der Fangedämme eingerammt, und zugleich mit verriegelt und abgespreißt.

124. Nachdem die durch die Riegel verbundenen Stangen so tief eingeschlagen worden, daß ihre obern Enden mit denen der Pfähle gleich hoch stehen, werden die Falze mit den Spundbohlen ausgesetzt, welche schon auf dem Zimmerplatze darin gewesen sind, wobei von beiden Stangen zugleich angefangen wird, um den nach den Seiten zu wirkenden Stoß der Rammbäre, wodurch erstere zerbrechen könnten, zu verringern.

*) Im Original steht, wahrscheinlich durch ein Versehen, 14½ Zoll. Anm. d. Ueb.

Der zwischen 2 Rahmen übrig bleibende Raum wird zwischen den ohngefähr um 3 Zoll über die Stangen herausreichenden Riegeln durch eine Bohle geschlossen. Jede Ecke eines Fangedamms wird mit zwei 15 Fuß langen, 8 Zoll dicken Zangen verstärkt, welche die Eckpfähle umfassen, und mit denselben verbolzt sind. Diese Zangen werden 3 Zoll tief über die untern Riegelhölzer geschnitten. Auf diese und die doppelten Zangen werden dann die beiden andern Riegelhölzer gelegt und übergeschnitten, und jedes von den letztern mit den Pfählen verbolzt, welche auf beiden Seiten den Eckpfählen zunächst stehen.

125. Aus dem innern Raume des Fangedamms wird mit Kastenkünsten die Erde, der Sand und der Schlamm ausgebaggert und weggeschafft, und zwar wo möglich bis auf den festen Boden, damit die Füll-Erde auf einen Grund zu liegen komme, durch welchen das Wasser nicht so leicht dringen kann, und die Wasserschöpfungskosten vermindert werden.

126. Diese Fangedämme werden bis zur Oberkante der Zangen mit reiner Dammerde ausgefüllt, welche weder mit gröberm noch mit feinerm Kies vermischt sein darf, und immer während des Einbringens unter dem Wasser festgestampft, über demselben aber festgeschlagen wird.

127. Das Wasser wird durch eine Maschine ausgeschöpft, welche durch den Strom vermittelst des Gerinnes zwischen der einen Seite des Fangedamms um den Stirn- und den ersten Mittelpfeiler, und der gegenüber liegenden des Fangedammms um den zweiten Mittelpfeiler getrieben wird. Es wird nämlich in dies Gerinne ein Wasserrad gehangen; dieses treibt ein Schöpfrad in dem von dem zuerst erwähnten Fangedamm eingeschlossenen Raume vermittelst einer Welle mit einem Drehling an jedem Ende, in welche die Zähne des Wasserrades und des Schöpfrades greifen, alles nach desfalls besonders mitzutheilenden Zeichnungen. Um eine größere Menge Wasser in das Gerinne zu leiten, wird von dem obern Ende des kleinern Fangedamms um den zweiten Mittelpfeiler an, stromaufwärts eine Reihe Pfähle und Spundbohlen geschlagen, welche mit der äußern Seite dieses Fangedamms einen Winkel bilden, der dem der beiden gegenüber liegenden Flügel des großen Fangedamms gleich ist. Die Pfähle kommen 4 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander zu stehen; die Spundbohlen werden genau an einander passend eingeschlagen, und legen sich mit dem äußern Ende gegen eine eben solche 5 Toisen lange Reihe Pfähle ohne Spundbohlen dazwischen, welche in die verlängerte Richtung der äußern Reihe des kleinen Fangedamms zu stehen kommen; außerdem wird alles auf eine angemessene Weise mit Riegeln, Zangen und Bolzen verbunden.

128. Während das Wasser ausgeschöpft wird und unter den kleinsten Stand fällt, bis zu welchem die Erde und der Sand schon im Jahre vorher abgegraben und weggeschafft worden sein muß, wird die Erde und der Sand in den von den Fangedämmen eingeschlossenen Räumen auf den Stellen, auf welche die Grundmauern zu stehen kommen sollen, und noch 6 Fuß auf allen Seiten weiter ausgebaggert und ausgegraben, die Sümpfe zu den Schöpfmaschinen angelegt, womit man aber eben sowohl 6 Fuß von den Fangedämmen entfernt bleibt, als mit den Rinnen, welche den Sümpfen das Wasser zuführen sollen.

129. Sobald das Wasserschöpfen im großen Fangedamm auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu aufhört, wird dieselbe Welle und dasselbe Schöpfrad nach dem Fangedamm um den zweiten Mittelpfeiler gebracht, um hier wieder zum Schöpfen gebraucht zu werden, wobei die Bewegung immer noch durch das Wasserrad hervorgebracht

Digitized by Google

wird, welches unverändert liegen bleibt. Sollte diese Maschine nicht hinreichend sein, so werden noch Scheibenkünste zu Hülfe genommen, welche 5 Zoll weit und 16 Fuß hoch sind, wovon 3 Fuß auf die Sümpfe, 6 bis 7 Fuß bis zum niedrigsten Wasserstande, 6 Fuß für die Höhe der Fangedämme, und 1 Fuß mehr bis zur Gabelwalze, auf das Gefälle der Ausgüsse und Rinnen, gerechnet werden müssen. Einige längere Scheibenkünste werden im Falle der Noth noch außerdem gemacht.

130. In die zwei vorbeschriebenen Fangedämme von 140 laufenden Toisen Länge, und in die Reihe Pfähle, welche vor dem kleinen Fangedamme nach oben zu aus einander laufend geschlagen werden soll, um mehr Wasser auf das Wasserrad zu leiten, welches zum Ausschöpfen gebraucht werden soll, kommen 420 Pfähle, im Durchschnitt von 21 Fuß Länge, damit die obern Enden 6 Fuß über den kleinsten Wasserstand reichen. Ihre mittlere Stärke ist 9 Zoll, so daß sie zusammen 1343 Balkenmaaß enthalten. Auch sind dazu außerdem noch 986 Balkenmaaß vierkantiges Holz und 258 laufende Toisen Spundwand erforderlich. Alles dies Holz, und das noch brauchbare Eisen, wird nach und nach wieder zu den Fangedämmen um die übrigen Grundwerke der Brücke und der Mauern benutzt, indem für das fehlende Holz und Eisen neues hinzugethan wird. Die schon beschriebene Schöpfmaschine, und, wenn es nöthig ist, auch die Scheibenkünste, werden nach den neuen Fangedämmen geschafft, und die erstere, wie vorher, nach und nach zum Stirnpfeiler und zum ersten und zweiten Mittelpfeiler gebraucht. Auch die Reihe Pfähle und Bohlen, welche bestimmt war, dem Gerinne eine größere Menge Wasser zuzuführen, wird auf die andre Seite geschafft, um daselbst eben so gebraucht zu werden. Alle Anstalten müssen aber so getroffen werden, daß während der ganzen Zeit, in welcher an den Grundwerken der Brücke gearbeitet wird, die Schifffahrt freyen Durchgang behalte. Die Neben-Fangedämme, welche in den von den vorigen eingeschlossenen Räumen etwa nöthig sind, werden von Erde aufgeworfen.

131. Wenn die Kaimauern gegründet werden sollen, so wird zuvörderst nach und nach in 18 Fuß Entfernung von den untersten Absätzen derselben, und damit gleichlaufend, ein Fangedamm angelegt. Diese Fangedämme werden nur 6 Fuß im Lichten weit, übrigens wie die vorigen eingerichtet, und umfassen zugleich mit die Pilaster an den Enden der Flügelmauern, um die Verlängerung des Mauerwerks und die Verbindung des neuen mit dem alten zu erleichtern. Sie werden, mit Einschluß der rechtwinklicht auf die Hauptrichtung nach dem Lande zu laufenden Stücke, 140 Toisen lang. Das Wasser in dem davon eingeschlossenen innern Raume wird auch nach und nach mit Scheibenkünsten in hinreichender Menge herausgehoben, nachdem die Erde nur bis auf 3 Fuß unter dem kleinsten Wasserstande ausgegraben und gebaggert worden, da die Grundwerke dieser Kaimauern 3 Fuß weniger tief zu liegen kommen sollen, als die unter den übrigen Theilen der Brücke, den Flügelmauern und dem ganzen Leinpfade.

132. Zu den Schöpfmaschinen werden alle erforderliche und angemessene Gerüste gemacht, und nach und nach immer weiter fortgeschafft, wenn die Maschinen an andre Stellen gebracht werden müssen, um von neuem zum Ausschöpfen des Wassers gebraucht zu werden.

133. Wenn die Erde wegen Anlegung der Grundwerke der Kaimauern, Flügelmauern und Stirnpfeiler ausgegraben wird, so geschieht dies waagerecht bis auf 4 Fuß

hinter

hinter dieſe Mauern, aber nicht ſo unter den Stirnpfeilern, hinter welchen die Erde ſo dicht als möglich lothrecht ſtehen bleiben muß, damit das Mauerwerk bis zum feſten und nicht umgegrabenen Erdreich fortgeſetzt und mit Steinen hinterfüllt werden könne. Die übrigen Stellen werden dann mit 40 Grad Böſchung ausgegraben, damit keine Erde nachfallen könne, und neben jeder ſolchen offnen Stelle wird, ſo lange, bis ſie wieder zugefüllt wird, der öffentlichen Sicherheit wegen ein Geländer angebracht.

134. Die an dieſen Stellen auszugrabende Erde wird nach dem unterhalb der Brücke vor der Straße vor dem Bourbonſchen Pallaſt liegenden Theile des Fluſſes, in welchem das Bette ſchmäler werden ſoll, gebracht, und zur Erhöhung in der Verlängerung der Stirnpfeiler und der Rampenmauern auf jeder Seite, rechtwinklicht darauf, verwandt, wobei dieſelbe jedoch im Anfange weit genug von den Oberkanten der Böſchungen entfernt bleiben muß, um nicht in die Grundgräben zu fallen.

135. In die Röhren der Scheibenkünſte werden 3 Löcher gebohrt, jedes 3 Zoll weit, das oberſte 2 Fuß von der Gabelwalze entfernt, und die beiden andern jedes wieder um 2 Fuß tiefer, als das nächſt vorhergehende. Dieſe Löcher, von welchen immer nur eines geöffnet wird, ſollen dazu dienen, das Waſſer nach Verhältniß der Waſſerhöhe im Fluſſe ablaufen zu laſſen, um der Kraft nicht eine unnöthig hohe Waſſerſäule entgegenzuſetzen. Zu dieſem Ende werden die Zapfen in einerlei Höhe herausgezogen, und für dieſelben abgedrehte und ausgebohrte hölzerne Ausgußröhren in die Pumpenröhren geſteckt, durch welche das Waſſer in die Rinnen fließt, nachdem dieſelben um ſo viel höher oder tiefer gelegt worden.

136. Um das Waſſer nicht über die Oberkante des Fachbaums weglaufen laſſen zu müſſen, wenn die Höhe des Fluſſes dies nicht nöthig macht, werden eine oder zwei gut gedichtete und getheerte Rinnen durch die ganze Stärke des Fangedammes gelegt, welche 9 Fuß lang, 4 Fuß hoch und 1 Fuß breit ſind, alles im Lichten gemeſſen, und aus 2 Zoll ſtarken eichenen Brettern beſtehen, welche genau mit einander verbunden, und an jedem Ende und in der Mitte von einem hölzernen Gevierte zuſammengehalten werden. Das Gevierte auf der innern Seite des Fangedamms wird in 3 Theile getheilt, deren jeder mit einer Thür oder Klappe mit Wirbelbändern und auf der innern Seite mit Leder beſchlagen, verſchloſſen wird, und welche auf- oder zugemacht werden, je nachdem der Waſſerſtand im Fluſſe das eine oder das andere erfordert. In den Fangedämmen vor den Kaimauern von nur 6 Fuß lichter Breite werden dieſe Rinnen nur 7 Fuß lang.

137. Jede Scheibenkunſt wird mit 12 Mann betrieben, deren je 4 zugleich an der Kurbel arbeiten, und durch eben ſo viel ohne alle Unterbrechung, weder bei Tage noch bei Nacht, alle 2 Stunden abgelöſt werden, ſo daß jeder Mann während 24 Stunden 8 Stunden arbeitet. Sobald das Waſſer nur 2 Fuß über dem kleinſten Waſſer ſteht, werden zu jeder Ablöſung nur 3 ſtatt 4 Mann genommen, weil dann das Waſſer 4 Fuß weniger hoch gehoben wird, als wenn es durch die Ausgußröhre am obern Ende der Steigröhre abfließt, wodurch die Höhe der Waſſerſäule in der ganzen Scheibenkunſt ohngefähr um ein Viertel geringer wird.

138. Die Tagelöhner, welche an den Scheibenkünſten arbeiten, erhalten die Umdrehungen der Kurbel hundertweiſe bezahlt, und nicht, wie gewöhnlich, Tagelohn, zu welchem Ende oben an jeder Scheibenkunſt eine Vorrichtung zum Zählen der Kurbel-Umdrehungen, nach einem davon mitzutheilenden Muſter, angebracht wird.

139. Während des Wasserausschöpfens wird auf die Riegelhölzer der Fangedämme die Mittellinie der Brücke gezogen. Nachdem die Erde, der Sand und der Schlamm bis zum kleinsten Wasserstande ausgebaggert und weggeschafft, auch der ganze Platz waagerecht abgeglichen worden, so werden darauf die Grundrisse des Stirnpfeilers und der Flügelmauern gezeichnet, und der ganze Raum, welcher von dem großen auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu und vor dem kleinen Bogen von 13 Toisen Oeffnung liegenden Fangedamme eingeschlossen wird, bis auf 7 Fuß unter den kleinsten Wasserstand ausgegraben und weggeschafft, da hier die Schiffe durchgehen sollen. Unter den übrigen Theilen der Brücke wird auf allen Seiten der Grundmauern nur bis auf 6 Fuß von der Stirnfläche des untersten Absatzes ausgegraben.

140. Die Erde, der Schlamm und der Sand werden nach und nach auf die im §. 134. angezeigten aufzufüllenden Stellen geschafft; der scharfe Sand aber auf besondere Haufen an beiden Enden der neuen Brücke gebracht, um sowohl zum Mörtel als zum Pflaster gebraucht zu werden. Diese letztere Vorschrift gilt auch in Betreff der übrigen im §. 131. erwähnten auszugrabenden Stellen.

141. Das Holz zu den Grundwerken wird zugerichtet, bevor mit dem Ausschöpfen des Wassers angefangen wird, auch alle Geräthschaften, welche zum Einrammen der Pfähle und dazu gebraucht werden, um diese und alle Materialien zu den untersten Schichten an Ort und Stelle zu schaffen, in Stand gesetzt, und zugleich die letztern, nach und nach, behauen, so nahe als möglich an die Stelle, wo sie versetzt werden sollen, geschafft und aufgesetzt, um das Tag und Nacht fortgehende Wasserschöpfen nicht aufzuhalten und kostbarer zu machen. Zwischen den verschiedenen Materialienhaufen müssen die erforderlichen passenden Gänge bleiben, um die Materialien leichter weiter schaffen und verwenden zu können.

142. Nachdem jede einzelne Stelle so tief, als vorher angegeben, ausgegraben und waagerecht abgeglichen worden, wird die Stelle jedes Pfahls mit einem Zeichenpfahl nach den auf das Erdreich genau gezogenen Linien angegeben.

143. Alle Grundpfähle müssen geschält und jeder mit einem Pfahlschuh mit 4 Federn von dem im §. 104. angegebenen Gewicht beschlagen sein. Zuerst werden sie mit Zugrammen mit 600 Pfund schweren Bären so lange gerammt, bis sie auf eine Hitze von 30 Schlägen nur noch 3 Linien ziehen. Die Pfähle aber unter den Stirn- und Mittelpfeilern und den Flügelmauern, mit Einschluß der Pilaster, werden hierauf noch mit einer Kunstramme, mit einem gegossenen 1800 Pfund schweren eisernen Bär, der 15 bis 20 Fuß hoch gehoben wird, so lange gerammt, bis kein Pfahl, auf 12 Schläge hinter einander, auf jeden einzelnen Schlag mehr als eine Linie zieht, und zwar damit die Pfähle mehrere Fuß tief in den festesten Boden eindringen.

144. Anstatt durch Menschen und Pferde, können die Pfähle auch durch das zum Wasserschöpfen dienende Wasserrad eingeschlagen werden, indem man auf das eine Ende der Welle desselben eine Trommel steckt, welche durch ein gezahntes Rad in Bewegung gesetzt und durch einen Schnellhaken mit einer Feder fest gehalten wird, welchen ein Arbeiter, auf ein Zeichen, welches ihm der Pfahlmeister mit einer Pfeife jedesmahl dann giebt, wenn das Seil, welches über Rollen nach dem Bär geleitet ist, von der Trommel ablaufen soll, losläßt, um den Bär von der Höhe, auf welche er gehoben wor-

den, wieder herunterfallen zu lassen, alles so, wie es mit Erfolg schon beim Bau der Brücke bei Pont-Sainte-Maixence geschehen ist, um einen Theil der Grundpfähle mit gegossenen 1800 Pfund schweren Bären einzurammen. Wenn das Wasser wächst, und die Geschwindigkeit desselben dadurch groß genug geworden ist, kann noch eine eben solche Trommel am andern Ende derselben Wasserradswelle angebracht werden, um einen andern Bär in Bewegung zu setzen, dessen Gewicht der noch übrigen Kraft angemessen ist. Eben dieses Mittels hatte man sich auch bei Pont-Sainte-Maixence bedient, um große Steine zu heben. Wenn mehrere Rammen durch einerlei Rad in Bewegung gesetzt werden sollen, so muß das Zeichen zum Loslassen für jeden Bär ein anderes sein, z. B. wenn dasselbe für den einen mit der Pfeife gegeben wird, so muß es für den andern mit der Trommel gegeben werden.

145. Es muß Tag und Nacht ohne Unterlaß mit so vielen Rammen gearbeitet werden, als man nur anbringen kann. Den Tagelöhnern kann das Einrammen der Pfähle in Verding gegeben werden, und zwar nach der Länge des Theils jedes Pfahls, welcher in den Boden zu stehen kommt. Die Pfähle, bei welchen es nöthig ist, werden mit eisernen Ringen um die Köpfe versehen, damit sie durch den Stoß des Rammbärs nicht gespalten werden oder ausspringen, und die, welche nicht lang genug sind, um den vorerwähnten festen Stand zu bekommen, werden aufgepfropft, damit sie so lange gerammt werden können, bis sie nicht mehr ziehen. Indessen wird es zweckmäßiger und einer dauerhaften Bauart angemessener sein, zum Voraus die Länge der Pfähle nach den Ergebnissen der für jeden Theil der Grundwerke anzustellenden Untersuchungen zu bestimmen, wobei die Visitireisen mit der Ramme eingeschlagen werden müssen.

146. Die Grundpfähle kommen, nach der Länge sowohl als nach der Breite, 3 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander zu stehen, und die Richtungen der Reihen nach der Länge und Breite schneiden sich unter rechten Winkeln. Es werden 10 Reihen nach der Breite der Mittelpfeiler, und 28 Reihen nach der Länge derselben geschlagen, wobei die Vorder- und Hintertheile und die Absätze mit gerechnet sind, so daß unter jeden Pfeiler 260 Pfähle zu stehen kommen, indem auf allen 4 Ecken überhaupt 20 abgehen, da diese, wie auf der Zeichnung angegeben, verbrochen werden, und unter alle 4 zusammen 1040. Unter die 2 Stirnpfeiler, mit Einschluß der Vertiefungen auf der Wasserseite und der Absätze bis zu den Linien durch die äußersten Pfähle unter den Mittelpfeilern, kommen 3392 Pfähle, und in allem 4432 Stück mit Einschluß der Grundwerke unter den Flügelmauern, Pilastern, Kaimauern und dem Leinpfade.

147. Zuerst wird die mittelste Reihe Pfähle, nach der Breite gerechnet, und dann immer eine Reihe nach der andern, nach Außen zu, geschlagen, um das Erdreich nach diesen Seiten zu zu drängen. Die Pfähle werden hierauf in den verschiedenen hiervor angeführten Höhen abgeschnitten, und die unter der Brücke selbst sogar noch einige Fuß tiefer, wenn das Wasser so weit ausgeschöpft werden kann, in welchem Falle zu den Absätzen einige Schichten mehr nöthig sein werden. An jeden Pfahl in den äußersten Reihen und unter den Eckschwellen wird ein 4 Zoll langer, 4 Zoll hoher, 3 Zoll starker Zapfen geschnitten, darauf die Schwellen aufgelegt, die Zapfenlöcher vorgeschrieben, die Längenschwellen in die auf den Ecken mit Schwalbenschwänzen eingelassen, und die Queerschwellen halb darüber geschnitten.

148. In die äußern Holme wird über jedem Pfahl ein 3 Zoll tiefer, 6 Zoll langer, am äußern Ende 8 Zoll, am innern 6 Zoll breiter schwalbenschwanzförmiger Einschnitt gemacht.

149. Von den Grundpfählen, auf welche die Queerschwellen zu liegen kommen sollen, erhält einer um den andern einen 4 Zoll hohen, eben so langen, aber nur 2 Zoll starken Zapfen. Diese Pfähle werden 4 Zoll höher abgeschnitten, als die äußern, und ihre Zapfen werden rechtwinklicht und so geschnitten, daß sie in die Mittellinie der schwalbenschwanzförmigen Einschnitte in den Holmen zu liegen kommen.

150. Auch die Queerschwellen werden auf die dazu gehörigen Reihen Pfähle gebracht, und die Zapfenlöcher darauf vorgezeichnet. Hernach werden sie auf die Holme und Grundpfähle gelegt, und auf die von den letztern, welche keine Zapfen haben, mit hölzernen Nägeln genagelt. Diese Queerschwellen müssen nach der Länge 18 Zoll weit über die letzte Reihe Pfähle hinausreichen, und können aus einem oder auch aus mehreren Stücken bestehen; nur müssen die Stöße mitten auf Pfähle zu liegen kommen, an welche 8 Zoll lange Zapfen geschnitten sind, damit diese letztern durch beide übereinander geschnittene Stücke der Schwellen reichen. Alles kommt genau rechtwinklicht auf den Holm zu liegen, damit die Last gleichförmig auf die Grundpfähle vertheilt werde, wobei die Queerschwellen, die sich etwa verworfen haben könnten, mit dem Hohlbeil nachgehauen werden, damit alles genau passe und waagerecht liege.

151. Der Raum zwischen den Köpfen der Pfähle wird bis auf einen Fuß tief unter der Unterkante der Queerschwellen ausgebaggert, hernach bis an die im folgenden §. erwähnten Spundbohlen mit harten Bruchsteinen ausgesetzt, diese mit Sandkalk vergossen, mit dem Hammer festgeschlagen und mit Abgängen ausgezwickt, damit nirgends ein hohler Raum bleibe. Dieses Mauerwerk wird mit der Oberkante der Queerschwellen gleich hoch abgeglichen.

152. Um die Mittelpfeiler vor dem Stirnpfeiler, den Flügelmauern und Pilastern auf der Seite nach der Vorstadt St. Germain zu, ingleichen vor der Leinpfadsmauer vor dem Stirnpfeiler auf der entgegengesetzten Seite, werden genau passende, 9 Fuß lange, 9 bis 10 Zoll breite, 6 Zoll starke Spundbohlen geschlagen. Diese werden sämmtlich genau bearbeitet, mit, mit Einschluß der Nägel, 10 Pfund schweren Schuhen beschlagen, und mit einem wenigstens 600 Pfund schweren Bär eingerammt, an welchem 20 Menschen ziehen. Hierauf werden sie mit der Oberkante der Holme gleich hoch abgeschnitten, und jede mit 2 eisernen Nägeln von 1 Fuß Länge, 6 bis 7 Linien Stärke, und mit Widerhaken versehen, an diese Holme genagelt.

153. Die Belagbohlen werden so auf die Holme und Queerschwellen gelegt, daß sie mit den Außenseiten der Holme und mit den Enden der Queerschwellen hinter den Stirnpfeilern, den Flügel- und andern Mauern bündig sind.

154. An vierkantigem Holze kommen in die Grundwerke der Mittel- und Stirnpfeiler 1540 Balkenmaaß, und an geschnittenem Holze zu dem Belag und den Spundbohlen 3141 Balkenmaaß, also überhaupt 4681 Balkenmaaß, ohne das zu den Flügel-, Kai- und Leinpfadsmauern.

155. Die Bohlen müssen ganz genau auf den Holmen, den Queerschwellen, und dem Mauerwerk dazwischen, aufliegen, weshalb beim Verlegen der Bohlen ein Estrich von

Mörtel auf das Mauerwerk gegossen wird. Sie werden an den äußern Enden mit eisernen Nägeln mit Widerhaken aufgenagelt. An den Stellen, wo es nöthig ist, werden diese Bohlen rechtwinklicht abgeschnitten, und zwar so, daß der Stoß mitten auf eine Queerschwelle trifft, jede zwei Stöße in den neben einander liegenden Bohlen aber 3 Fuß nach der Länge derselben von einander entfernt sind. Die etwa vorstehenden Bohlen werden mit den übrigen gleich hoch abgebeilt, und zwar am genauesten da, wohin die unterste äußere Schicht zu liegen kommt.

156. Wenn, nachdem der Grund zu jedem Stirnpfeiler und zu den Flügel- und Kaimauern nach und nach ausgegraben worden, derselbe sich steinig und fest genug finden sollte, so kann der Pfahlrost wegbleiben; nur müssen in diesem Falle die Mauern mit 2 Schichten starker Werkstücke, wovon die unterste 3 Fuß vor der vordern und hintern Stirnfläche der Pfeiler und Mauern, die andre aber 2 Fuß vor denselben vorspringt, und also einen Absatz von 1 Fuß auf der untersten Schicht bildet, angefangen werden. Auf einer solchen durchgehenden Lage Mauerwerk von rauhen Werkstücken sind die zwei großen Gebäude auf dem Platze Ludwigs XV. aufgeführt worden, nachdem man gefunden hatte, daß der Boden aus gutem festen Kies bestand. Allein dann müßte vor dem andern Stirnpfeiler und den Flügel- und Kaimauern, auf der Seite nach der Vorstadt St. Germain zu, ein 6 Fuß breites Deckwerk, auf drei Reihen Pfählen, mit Langschwellen, Queerschwellen, Belag und Spundbohlen, und von Mauerwerk mit Absätzen, und von Quadern in den Stirnflächen, alles wie bei den Pfeilern, aufgeführt, oben aber mit einer Schicht harter, gut in Verband gesetzter und verklammerter Quadern abgedeckt werden, sowohl um Unterwaschungen zu verhüten, als um den Kies zusammenzuhalten. Auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. würden solche Deckwerke unnütz sein, weil die Leinpfadsmauer, welche gleichfalls auf Pfähle zu stehen kommt, deren Stelle vertritt.

157. Auf die Rostbeläge unter den einzelnen Theilen wird nach und nach die reine Mauer der Stirnpfeiler, Mittelpfeiler, Vorder- und Hintertheile derselben, Flügelmauern, Pilaster, Kai- und Leinpfadsmauern, und die Stärke jedes solchen Theils aufgezeichnet, und vor dieselbe dann überall die Breiten der vorher beschriebenen Absätze getragen, um die vordere Seite der Schicht, welche den ersten Absatz bildet, und die äußere Seite der rauhen Werkstücke, welche die unterste Lage auf der hintern Seite bilden, zu erhalten.

158. Diese erste Schicht wird 15 oder 18 Zoll hoch, und auf Sandmörtel, aber nicht, wie gewöhnlich, trocken versetzt, weil man eingesehen hat, daß gelöschter Kalk das Holz durchaus nicht beschädigt. Der Raum dahinter in dem übrigen Theile des Körpers jedes Pfeilers wird mit aus dem Gröbsten abgerichteten rauhen Werkstücken von gleicher Höhe, die genau an einander passen, und unter einander und mit den Steinen in den Stirnflächen in Verband liegen, ausgefüllt, und eben so der innere Raum in den Vorder- und Hintertheilen, wozu aber die größten Steine genommen werden. Eben so wird bei jedem folgenden Absatze verfahren, und die Oberfläche jedesmahl genau abgeglichen.

159. Eben solche Schichten rauher Werkstücke kommen hinter die Absätze der Stirnpfeiler und andern Mauern, deren Höhe übrigens der der zugehörigen Schichten in den Mittelpfeilern gleich sein muß, bis zu lothrechten Ebenen durch die hintern Seiten der untersten Schichten in den Stirnflächen zu liegen, jedoch so, daß sowohl die Steine selbst, als die Schichten, unter einander hinreichend in Verband sind, und daß außerhalb dieser

hintern Seiten noch die erforderlichen Verzahnungen stehen bleiben, damit die rauhen Werkstücke sich mit dem Mauerwerk im übrigen Theile der Dicke dieser Mauern, der Stirnpfeiler auf deren ganze Länge, und mit Einschluß der Vorder- und Hintertheile daran, gut verbinden.

160. Hinter den Quadern in den Stirnpfeilern werden bis auf 30 Fuß von der reinen Mauer der Dreiviertel-Mittelpfeiler an, rauhe Werkstücke versetzt, und die übrigen 30 Fuß von der Stärke dieser Stirnpfeiler werden von Bruchsteinen aufgeführt. Die rauhen Werkstücke in den Stirnpfeilern werden in 22 Fuß Höhe über dem kleinsten Wasserstande, oder in 4 Fuß Höhe über dem Anfang der Bogen abgeglichen. Bis auf dieselbe Höhe kommen solche Werkstücke hinter die Vorder- und Hintertheile an den Stirnpfeilern zu liegen. Das Mauerwerk, sowohl von Werkstücken als von Bruchsteinen, wird nach dem Abhange, den die Brücke erhalten soll, abgeglichen.

161. Jede Schicht, sowohl in den Absätzen, als in dem übrigen Theile der Mauer darüber, wird nach und nach in der ganzen übrigen Stärke, und bis zum Vorsprunge der Pilaster, mit Mauerwerk von großen Bruchsteinen und Sandkalk ausgeglichen.

162. Die einzelnen Schichten der Schäfte der Säulen, welche die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler bilden, werden ganz von den härtesten Quadersteinen gemacht, und durchaus voll ausgesetzt. Jede Schicht muß aus einer fünfeckigen Spindel bestehen, an welche die Steine, welche die Stirnflächen bilden, genau anschließen. Die Spindel jeder nächstfolgenden obern Schicht kommt über die der darunter liegenden in Verband zu liegen, und zwar so, daß die Spitzen der Winkel des obern Fünfecks auf die Mitten der Seiten des untern treffen, und so weiter in allen folgenden Schichten.

163. Um die Widerlagssäulen jeder Curve festzuhalten, werden zu beiden Seiten der Stellen, auf welche sie kommen sollen, in 3 Schichten der Pfeiler und der abgekürzten Säulen in denselben, 6 Zoll herausstehende, 15 Zoll breite, durch die ganze Schichtenhöhe reichende Vorsprünge stehen gelassen. Die ersten Vorsprünge kommen an die vierte Schicht, von der Unterkante derjenigen Holme an, welche auf die Widerlagssäulen zu liegen kommen, und die dritte Reihe in die Mitte zwischen beide vorige, der Höhe nach. In die 12 Fuß weiten überwölbten Oeffnungen werden, wie schon gesagt, hinreichend starke Holzverbände eingebracht, und zwar sowohl in die in den Mittelpfeilern, als in die in den Stirnpfeilern.

164. Noch eher, als das Wasserschöpfen aufhört, werden die Schwellen auf den letzten Absatz gestreckt. Auf diese werden nach und nach auf jeder Seite der Mittel- und Stirnpfeiler die 8 Widerlagssäulen gestellt, welche die Lehrbogen tragen sollen, und erhalten dieselben die §. 47. u. ff. angegebenen Abmessungen, wobei jedoch die ersten in eine Flucht mit den Häuptern der Gewölbsteine der vertieften Bogen, und die übrigen in gleichen Entfernungen zwischen diese und die an den Häuptern gesetzt werden müssen.

165. Diese Widerlagssäulen werden an den untern Enden in die Schwellen gezapft, aber nicht genagelt, damit sie beim Wegnehmen der Lehrbogen sich leicht herausnehmen lassen. Im obern Theile kommen die zwei untern Reihen Hängebänder mit versetzten Zapfen in dieselben zu stehen. Die Widerlagssäulen erhalten oben Zapfen, auf welche Holme gelegt werden, in welche wieder von oben Einschnitte kommen, in die sich die obersten Hängebänder setzen. Darauf werden die Widerlagssäulen mit Spreitzen oder Keilen

Digitized by Google

angetrieben, damit sie sich fest gegen die Vorsprünge an den Steinen, und gegen den in §. 163. erwähnten Holzverband legen.

166. Die Fangedämme werden, so wie man ihrer nicht mehr bedarf, nach und nach herausgenommen, ingleichen die Erde in denselben an die anzuweisenden Stellen geschafft und nicht in das Wasser geworfen, damit man selbige wieder zu andern Fangedämmen, welche an und zu gleichfalls vorher zu bestimmenden Orten und Zeiten angelegt werden sollen, benutzen könne. Nachdem der innere Raum dieser neuen Fangedämme ausgebaggert sein wird, werden dieselben mit guter Erde ausgefüllt, wie in §. 126. angegeben ist.

167. Die zur Aufstellung der Maschinen zum Wasserschöpfen, zum Einrammen der Pfähle, auch zum Anschaffen und Aufbringen der Materialien und zum Aufrichten der Lehrbogen erforderlichen Gerüste und Nothbrücken, werden gleichfalls angelegt. Die zu diesem Ende nöthigen Pfähle werden eingerammt, 2 Fuß über dem kleinsten Wasser durch Zangen mit einander verbunden, und außerdem noch durch Riegelhölzer und schräg liegende Strebebänder, welche an die Pfähle angenagelt und nöthigen Falls auch angebolzt werden. Auf diese verschiedenen Reihen Pfähle kommen Holme zu liegen, und jede solche auf der stromaufwärts gekehrten Seite, so wie jede der Reihen Pfähle, welche unter die Lehrbogen zu stehen kommen, wird durch 2 Eispfähle geschützt. Darauf werden wieder die Straßbäume der Nothbrücken gelegt, und auf diese wieder der Belag, welcher mit eisernen Nägeln auf die Straßbäume befestigt wird. Bei allen diesen Arbeiten müssen jedoch, wie vorher gesagt, ein oder zwei bequeme Durchgänge bleiben, damit die Schifffahrt während sämmtlicher Arbeiten nicht länger als das Richten der Lehrbogen dauert, wovon in §. 174. die Rede sein wird, unterbrochen zu werden braucht.

168. Auf den Zimmerplätzen werden Stellen nach der Breite waagerecht, und zur Ableitung des Regenwassers nach der Länge mit einem Zoll Gefälle auf die Toise, geebnet, und mit genau an einander passenden und getriebenen hölzernen Boden belegt, um darauf die Lehren zu verzeichnen und das Holz zu den Curven der drei ungleich großen Bogen zu bearbeiten, wobei die im gegenwärtigen Entwurf angegebenen krummen Linien zum Grunde gelegt werden, aber der vorgeschriebene Zwischenraum von 15 Zollen für die Schalhölzer und Keile bleiben, und wegen des Setzens der Lehrbogen und der Gewölbe nach Einbringung der Schlußsteine, worüber in den §§. 85. 86. das Nöthige angeführt worden, auf die Höhe so viel zugegeben werden muß, daß, wenn die Bogen sich nicht weiter setzen, jeder Bogen von seiner Sehne an so hoch ist, als in den §§. 2. 3. und 4. bestimmt worden.

169. Jeder Lehrbogen besteht aus 8 Curven, und jede Curve aus 3 Reihen Hängebändern von den in §§. 47 ff. angegebenen Stärken, und die zusammen für jeden kleinen Bogen 317 Toisen 2 Fuß, für jeden Bogen mittlerer Größe 352 Toisen, und für den Bogen in der Mitte 398 Toisen lang sind. Diese Hängebänder werden an den Enden und in den Mitten von doppelten Hängesäulen umfaßt, deren Stärken in denselben §§. angegeben sind. Diese Hängesäulen werden nach Maaßgabe ihrer Längen mit den Hängebändern durch 3 oder 4 Bolzen verbunden, welche an den Enden Schraubengewinde haben, und mit eisernen Muttern, Scheiben und Splitten versehen werden.

170. Auf jedes Hängeband wird oben und unten eine Mittellinie gezogen, um die Ungleichheiten in den Stärken auf beide Seiten gleich zu vertheilen. Die einzelnen Stücke werden so abgebunden, daß, wenn eine Curve gerichtet ist, alle diese Linien in einerlei

Digitized by Google

lothrechte Ebenen fallen. Die Enden jedes Hängebandes werden nach Kreisbogen abgerundet, die mit Halbmessern von der Länge des Hängebandes beschrieben sind. Die Hängesäulen werden nach der Breite, in der geneigten Richtung der Hängebänder, welche sie umfassen sollen, eingeschnitten, und oben und unten 6 Linien Spielraum gelassen. Die Zapfenlöcher werden im Boden nach der Krümmung der Enden der Hängebänder hohl gearbeitet. Diejenigen, welche auf die Mitte eines Hängebands treffen, gehen durch die ganze Breite der Hängesäule; die andern sind oben nur 1 Zoll tief, und die innern Seiten derselben stehen rechtwinklicht auf einander. Alle diese Hängesäulen umfassen die Hängebänder ganz genau, so daß bei der Bearbeitung sogar auf die dünnen Stellen und auf die Wahnkanten Rücksicht genommen wird. Die Krümmung der Bogen endlich wird durch Futter oder Knaggen hervorgebracht, welche auf die dritte Reihe Hängebänder mit hölzernen Nägeln genagelt werden.

171. Um versichert sein zu können, daß die Curven ihre richtige Stellung erhalten, werden auf jede derselben, wenn sie auf dem Zimmerplatze abgebunden liegt, mehrere Linien senkrecht auf ihre Grundlinie gezogen, und man kann überzeugt sein, daß alles richtig stehe, wenn die auf den Hängebändern gemachten zusammengehörigen Zeichen in eine lothrechte Linie fallen. Die Curven werden unter einander durch die Zangen und Riegelhölzer, deren in §. 50. Erwähnung geschehen, mit einander verbunden. Diese Zangen umfassen die Hängesäulen ganz genau, und werden mit denselben, wie vorher beschrieben, verbolzt. Die Riegelhölzer werden um ihre halbe Stärke über die Hängesäulen geschnitten und an dieselben genagelt; auch werden, damit die Curven sich nicht verwerfen können, Strebebänder dazwischen gebracht, alles so, wie es schon im gegenwärtigen Entwurf beschrieben worden, wobei zu merken ist, daß die letztern oberhalb Klauen erhalten und gut angezogen und festgenagelt werden müssen.

172. Die Schalhölzer kommen, wie schon gesagt, unter die Mitten der Gewölbsteinschichten zu liegen, und werden nur immer, so wie das Versetzen fortgeht, aufgelegt, damit die Fugen der Wölbsteine mit Werk zugestopft werden können. Sie kommen auf starke Keile zu liegen, jedoch so, daß oberhalb noch etwa 2 Zoll für die Keile der Steinmetzen Zwischenraum bleibt.

173. Nachdem alles Holz zu den Curven bearbeitet, die Pfähle, wodurch sie in der Mitte unterstützt werden sollen, eingerammt, die Gerüste und Nothbrücken angelegt, auch die nöthigen Vorräthe von Schalholz und Eisen, ferner Schiffe, Kloben, Hebegerüste, Flaschenzüge und Böcke von verschiedenen Höhen angeschafft worden, werden die untersten Reihen Hängebänder, und nach und nach die beiden obern Reihen, in die Höhe und eingebracht, indem die doppelten Hängesäulen zugleich mit eingesetzt und verbolzt werden, so wie das Richten der 5 Lehrbogen fortschreitet. Dies muß aber so schnell als möglich geschehen, damit sie in einem Jahre und zeitig genug fertig werden, zu welchem Ende in jedem einzelnen Bogen eine Anzahl Zimmerleute angestellt wird, welche die mit den Enden auf einander treffenden Curven zugleich richten, damit dieselben nach entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Kraft auf einander wirken, und so kein ungleicher Schub auf die Mittelpfeiler entstehe, deren geringe Stärke eine solche Vorsicht wohl nothwendig macht.

174. Da es nöthig sein wird, die Schifffahrt auf so lange zu unterbrechen, als das Richten der Lehrbogen dauert, so muß dies letztere in möglichst kurzer Zeit, und höchstens in

in 15 bis 20 Tagen, geschehen, wobei zugleich ein Theil der Gerüste und Nothbrücken wieder weggenommen wird. Zu diesem Ende muß es dem Stadtdirector 6 Wochen vorher angezeigt werden, wann die Schifffahrt unterbrochen wird, damit derselbe hiervon die Kaufleute und die Schiffer, welche die Seine befahren, benachrichtigen könne, und die, welche während der Sperrzeit Schiffe nach Paris wollten herauf kommen lassen, angehalten werden, unterhalb der neuen Brücke auszuladen. Allein da diese Unterbrechung während des kleinen Frühjahrswassers Statt finden wird, so wird dieselbe dem Handel nur wenig nachtheilig sein. Nachdem die Lehrbogen gerichtet sind, kann die Schifffahrt wieder angehen, da sie so hoch zu liegen kommen, daß die Schiffe darunter weg gehen können.

175. Sobald die Gerüste zum Aufstellen der Lehrbogen weggenommen worden, werden die Steine, mit schon bereit gehaltenen Wagen und Maschinen, an Ort und Stelle geschafft und auf die Lehrbogen gehoben, wobei (vorzugsweise vor Krahnen) Wellen und Räder genommen werden, wie die, deren man sich bei Schachten bedient (Haspel), und immer zugleich eine gleiche Anzahl Schichten Wölbsteine auf jeder Seite jedes der 5 Bogen versetzt wird. Zuerst werden die Steine zu den Häuptern ganz genau nach der Richtung der Halbmesser der nach §§. 85. und 86. überhöhten Bogen versetzt, und jede Schicht in der Mitte geschlossen, hierbei aber den zwischen die Häupter zu liegen kommenden Steinen auf den innern Seiten und in den Lagerflächen dieselbe Richtung und Neigung gegeben, als denen in den Häuptern, und übrigens das, was §. 88. und §. 92. angeführt worden, berücksichtigt.

176. So oft eine Schicht eingebracht worden, muß die Wirkung der Last derselben auf die Lehrbogen untersucht, und diese hiernach in der Mitte mehr oder weniger belastet werden, damit sie sich nicht heben können, obgleich dies bei Gewölben nach Kreisbogen weniger zu bemerken sein muß, als bei solchen, die eine andre Krümmung haben. Zu dieser Belastung dürfen nur Gewölbsteine aus der Mitte, und keine von den Häuptern genommen werden, um die Ecken derselben nicht abzustoßen. Sie werden auf Schalhölzer in der Ordnung gelegt, in welcher sie versetzt werden sollen.

177. Alle Quaderschichten in den Mittel- und Stirnpfeilern, deren Vorder- und Hintertheilen, die Platten in den Oeffnungen in den Mittelpfeilern und in den hohlen Theilen der Stirnpfeiler, wie auch die Gewölbsteine in den Brückenbogen und den Kappen, werden sämmtlich mit gutem Cementmörtel vergossen und verstrichen. Die größten Fugen auf den äußern Seiten der Gewölbe werden mit harten Steinabgängen ausgezwickt, die mit der Kelle eingestoßen werden.

178. Bevor man die Lehrbogen herausnimmt, werden die untersten Schichten Wölbsteine bis zu den Ebenen durch die äußeren Enden der Schlußsteine erhöht. Die Gewölbsteine zwischen den Häuptern werden eben so hoch mit rauhen Werkstücken, von denen jedoch die äußern weichen Theile abgeschlagen worden, fortgeführt, alles aber in Cementmörtel versetzt und damit verstrichen, damit in keiner solchergestalt erhöhten Schicht ein ungleichförmig zusammengedrückter Theil sei.

179. Da die innern Seiten der Fugen zwischen den untern Schichten, und die äußern Seiten der zwischen den obern Schichten Gewölbsteinen, wie §. 93. bemerkt, sich zusammengeben können, so muß der Mörtel in denselben 4 Zoll tief ausgekratzt, und hierzu allenfalls, wenn sie zu enge sein sollten, ein sägeförmiges Messer genommen wer-

den, damit durch die Berührung der Steine keine Stücke ausspringen können. Einen Monat nach Einnehmung der Lehrbogen werden dieselben Fugen wieder mit Cementmörtel ausgestrichen.

180. Daß Gewölbsteine, oder Steine in den Mauern, brechen, ist nur zu fürchten, wenn sie beim Behauen nicht gut abgerichtet, oder nicht gut vergossen und verstrichen worden, da sie sich dadurch nach ihrer Länge ungleich setzen und springen würden, und deshalb muß alles so eben Anempfohlene mit der größten Aufmerksamkeit befolgt werden.

Wegnahme der Lehrbogen.

181. Man hat aus §. 48. schon gesehen, daß wegen der Wegnahme der Lehrbogen ein 2 Fuß hoher Raum zwischen der Oberkante der Balken, welche auf die Holme der zwei Reihen Pfähle unter jedem Bogen zu liegen kommen sollen, und der Unterkante der Schwellen, in welche die Strebebänder, die oberhalb in die untern Hängebänder der Curven greifen, gezapft werden, bleiben soll. Diese letztern Stücke und ihre Schwellen werden mit den Balken nicht eher verbunden, als bis alle Curven gerichtet und das untere Viertel jedes Bogens aufgebracht ist, damit der Holzverband sich erst zusammen setzen könne. Dies Setzen, welches, wie §. 85. angeführt worden, bei den Bogen der Brücke bei Pont-Sainte-Maixence nur 2 Zoll 1 Linie betragen hat, wird hier für die kleinen Bogen auf 4 Zoll, und für den großen auf 6 Zoll angenommen, da die Curven nur aus 3 Reihen Hängebändern bestehen sollen, bei jener Brücke aber aus 4 Reihen und aus stärkerem Holze bestanden. Dann aber wird das, was an Höhe zwischen der Unterkante der Schwellen und der Oberkante der Balken bleibt, mit 5 Lagerhölzern und 4 kleinern Keilen ausgefüllt. Diese letztern werden 6 Zoll im Quadrat groß und 2 Zoll stark, und einzeln zwischen je zwei und zwei Lagerhölzer gesteckt.

182. Das Holzwerk zu den Lehrbogen, mit Einschluß des Schalholzes, der Pfähle, und der Holzverbände unter den Mitten der Curven, enthält zusammen 15522 Balkenmaaß zu 3 Cubikfuß.

183. Wenn alle Gewölbsteine versetzt sind, und der Mörtel in den Fugen so weit erhärtet ist, daß man nur mit Mühe eine Messer- oder eine Degenklinge in dieselben stecken kann, (was nach 14 Tagen oder 3 Wochen der Fall sein möchte,) so wird mit Wegnahme der Lehrbogen der Anfang gemacht, indem gleichviel Keile und Unterlager auf jeder Seite jedes Bogens nach den Widerlagen zu, wo sie am wenigsten zusammengepreßt sein können, in einem Tage herausgeschlagen, und die Bolzen aus der Hälfte der Hängesäulen und aus allen Zangen ausgezogen werden. Am zweiten Tage wird mittelst eines 12 Zoll langen, 6 Zoll breiten, 1 Zoll starken glühenden Eisens, das mit einem 18 Zoll langen eisernen Stiele und einem hölzernen Griff mit einem Loch in der Mitte, damit sich derselbe um den Stiel drehen könne, versehen ist, nach und nach einer von den drei bleiernen Keilen über jeder der zwei Reihen Pfähle unter jedem Bogen, und zwar unter allen zugleich, geschmolzen, wodurch sich die Lehrbogen um 2 Zoll setzen werden. Am dritten Tage wird dasselbe Verfahren nochmals wiederholt und am Abend beendigt, so daß man in 4 Tagen Spielraum genug haben wird, um die Balken von den Schwellen darüber zu trennen. Wenn die Unterlager zerhauen werden müßten, so geschieht dies nach und nach mit dem Meißel und dem Klöppel. Das

Digitized by Google

Blei wird, so wie es schmilzt, in eisernen Pfannen aufgefangen, zu welchem Ende kleine Rinnen von Thon auf die Balken und um den untern Keil herum gemacht werden. Hierauf werden die Keile unter den übrigen Schalhölzern herausgeschlagen, und diese letztern selbst nach und nach herausgenommen, und zwar jeden Tag auf jeder Seite aller 5 Bogen gleichviel. Auch die Sturmbänder, die Zangen und die Riegelhölzer werden nach und nach weggenommen; aber bevor man die Schalhölzer unter dem Schluß und den 7 Schichten auf jeder Seite daneben herausnimmt, muß man an deren Statt Stützen unter die Gewölbsteine setzen, damit die Curven nicht plötzlich nach oben drängen, worauf dann diese Stützen mit Vorsicht herausgemeißelt werden, und zwar nur nach und nach, und immer in jedem Bogen und auf jeder Seite jedes Schlusses gleichviel auf einmal. Durch diese letztere Arbeit werden dann die Gewölbe gänzlich außer Zusammenhang mit den Curven der Lehrbogen gebracht, dabei aber die Arbeiter gewarnt, den Kopf nicht zwischen die Hängebänder und die Gewölbsteine zu bringen, da das Holz, vermöge seiner Federkraft, sich plötzlich gegen die Gewölbsteine hebt, auch sich vor den Splittern der Stützen in Acht zu nehmen, welche mit Geräusch und großer Heftigkeit wegspringen. Hierauf werden die Hängesäulen, und nach und nach die Hängebänder, die Holme, die Widerlagssäulen und die Schwellen, in denen die letztern stehen, eingenommen, und zwar mit Gerüsten, Hebezeugen, Maschinen und Schiffen, welche fest angelegt werden. Alles dies geschieht sehr schnell und mit der nöthigen Vorsicht, um die Arbeiter vor Schaden zu bewahren. Alles Holz und Eisen wird, so wie es abgetragen worden ist, fortgeschafft, und auf den Bauplätzen unter Dach gebracht, dabei aber alles, was von einerlei Stärke ist, zusammengelegt.

184. Während des Abtragens der Lehrbogen wird fortwährend genau auf die Wirkung des Setzens der Bogen und auf die Fugen Achtung gegeben, und, wie schon §. 179. empfohlen, die, welche sich zu stark zusammengeben, nochmals mit dem sägeförmigen Messer ausgekratzt. Auch werden zwischen die Gewölbsteine im obern Theile, welche sich auf der innern Seite des Gewölbes zu weit aus einander geben, hölzerne Keile von Außen eingetrieben.

185. Um die Punkte zu finden, wo die bewegende Kraft des obern Theils jedes Gewölbes aufhört, und die anfängt, mit welcher die untern Theile der erstern widerstehen, wird nach Einbringung der Schlußsteine 1 Fuß über der innern Seite des Schlusses jedes Bogens mit Bleistift eine waagerechte Linie gezogen. Diese Linie wird sich, so wie die obern Gewölbsteine sich senken, nach unten krümmen, und über den untern Steinen einen Wendungspunkt bilden, in welchem die Trennung der beiden Arten von Kräften Statt finden muß. Die Kenntniß von der Lage dieses Punktes wird dazu dienen können, die Lehre vom Schub der Gewölbe aufzuklären, die jetzt noch immer nur auf schwankenden Voraussetzungen beruht. Es ist ausgemacht, daß diese Trennung bei Gewölben nach Kreisbogen weniger bemerkbar ist, als bei solchen nach andern krummen Linien, wie die halbe Ellipse oder der volle halbe Kreis.

186. Wenn die Schifffahrt während der Wegnahme der Lehrbogen unterbrochen werden müßte, (was jedoch nur auf einige wenige Tage der Fall sein könnte,) so müßte davon der Stadtdirector, wie §. 174. angeführt, benachrichtigt werden.

187. Sobald man bemerkt, daß die Bogen sich nicht mehr seßen, so werden die untern Gewölbsteine, sowohl in den Häuptern als dazwischen, so weit dies noch nicht geschehen, verlängert, und zwar im mittelsten Bogen bis zur waagerechten Linie durch die Oberkante des Schlusses, und in den andern bis zu der, wie die Oberfläche der Fahrbahn auf die Toise 2 Zoll 4½ Linien geneigten Ebene ebenfalls durch die Oberkanten der Schlußsteine. Diese Verlängerung der Gewölbsteine geschieht in den Häuptern mit Quadern, und dazwischen mit rauhen Werkstücken, welche alle voll und mit nach dem Mittelpunkte jedes Bogens laufenden Lagerflächen, ohne Verjüngung in den Stoßfugen, und gehörig abgerichtet versetzt werden, ohne daß Bruchsteine zur Hintermauerung gebraucht werden, als zur Ausfüllung zwischen den Quadern und rauhen Werkstücken. Die Quadersteine werden in Cementmörtel versetzt und damit vergossen und verstrichen, die rauhen Werkstücke und die Bruchsteine aber mit Kalkmörtel, wie schon früher erinnert worden.

188. Zur Ableitung des auf die 5 Bogen fallenden Wassers werden in jedem Bogen auf jeder Seite zwei 6 Zoll im Durchmesser weite Abflußöffnungen durch 2 Wölbsteine je in einer Schicht in der Mitte zwischen dem Schluß und der untersten gebohrt, und dem Mauerwerk auf den Wölbsteinen 2 Zoll Fall auf die Toise gegeben, um von beiden Seiten das Wasser aus den Rinnsteinen über jedem Bogen nach diesen Oeffnungen zu leiten, wobei die Mittellinien der letztern sämmtlich in die Stirnflächen der Mauern der Fußwege fallen müssen, und der Umring des untern Endes jeder Oeffnung 2 Zoll hoch und 3 Zoll breit ausgehöhlt wird, während der innere Kreis einen Fuß im Durchmesser erhält, um eine Regenrinne zu bilden, damit das Wasser sich nicht anhängen und an der innern Wölbung der Steine nach dem Schlusse zu verbreiten könne.

189. In jeden dieser Abzüge wird von der Seite, in der Höhe der Oberkante, des Ueberzugs von Kies und Cement, der über dem Gewölbe angebracht und wovon hernach die Rede sein wird, ein 3 Zoll im Durchmesser weites Loch gebohrt, um darein das Wasser zu leiten, welches durch die Fugen des Pflasters darüber dringen könnte.

190. Nachdem die äußere Seite der Gewölbe nach dem in §. 186. angegebenen Gefälle regelmäßig mit Mauerwerk abgeglichen worden, so wird darauf ein 3 Zoll starker Estrich von Kieseln und Cementmörtel gegossen. Dieser Estrich wird mit aller Sorgfalt angefertigt und mit der Kelle mehrere Mahle so lange geglättet, bis sich in demselben keine Risse mehr zeigen. Er reicht nach der Länge über die ganze Brücke mit Einschluß der Stärke der Stirnpfeiler, und nach der Breite von einem Fußweg zum andern. Auf diesen Estrich wird noch eine 1 Zoll starke Lage Cementmörtel gebracht, und mit der Schneide einer Art kleinen hölzernen Schlägels nach verschiedenen Richtungen geschlagen, um die Risse, die beim Eintrocknen des Mörtels entstehen, zuzumachen, und zwar so viel Tage nach einander, als nöthig ist, bis der Mörtel fest zusammenhängt, und sich kein Riß mehr zeigt, durch welchen sich etwa Wasser ziehen könnte.

191. Hierauf werden die Gesimse auf die Brücke, die Vorder- und Hintertheile der Pfeiler, die Flügelmauern und die Pilaster, nebst den Plinten und Deckplatten auf die Kai- und Leinpfadsmauern, ingleichen die Geländer, die Docken und die Schilderhäuser, von durchgehenden harten Quadersteinen, welche die Sockel der 16 eisernen Obelisken bilden, aufgebracht und mit gutem Cementmörtel vergossen und verstrichen, demnächst aber alle äußern Stirnflächen nachgehauen, nachgeputzt und nachgestrichen, wobei die Gewölbe bis zuletzt

Digitized by Google

bleiben. Zu dieſem Ende werden leichte fliegende Gerüſte angebracht, auf Schiffen zu den Gewölben, und an Krahnen zu den Mauern, ſelbige aber doch ſo feſt gemacht, daß die Arbeiter keiner Gefahr ausgeſetzt werden.

192. Die Obelisken werden durch die beſten Arbeiter mit der größten Sorgfalt angefertigt, eben ſo die Verzierungen und Vergoldungen an denſelben, wie ſolches in den §§. 23. und 24. beſchrieben. Es ſollen dazu beſondre Zeichnungen gegeben und in natürlicher Größe aufgetragen werden. Die ſtehenden Stäbe in denſelben müſſen unterhalb eiſerne Kugeln von 3 Zoll Durchmeſſer bilden, außerdem 4 Zoll tief in die oberſte darunter liegende durchgehende Schicht Quadern greifen, und mit Blei vergoſſen werden. Darauf werden die Thüren, von denen im §. 22. die Rede geweſen, welche aus eiſernen Rahmen mit ſtarkem Blech bekleidet beſtehen, mit ihrem Beſchlag, eingebracht, und die Laternen, jede mit 3 Scheinlampen, meſſingenen Rollen und eiſernen Ketten, um dieſelben in jeden Obelisken zu heben und herunter zu laſſen, geliefert.

193. Die Mauern längs den Fußwegen müſſen aus einer einzigen Schicht von den härteſten 18 Zoll breiten und 15 Zoll hohen Quaderſteinen beſtehen, und werden, durch Mauerwerk von Bruchſteinen und Cementmörtel, mit dem Mauerwerk der Brücke ſelbſt verbunden. Jeder Quader muß 4 bis 5 Fuß lang ſein. Je zwei und zwei Steine werden durch einen 8 Zoll langen, 1 Zoll ſtarken Dübel mit einander verbunden, welcher genau 4 Zoll tief in jeden derſelben eingehauen iſt.

194. Hierauf werden die eiſernen Schienen eingebracht, welche in die Obertheile der die Fußwege begrenzenden Schichten nach ihrer ganzen Stärke eingelaſſen, und durch Klammern befeſtigt werden, wie im §. 110. angeführt worden. Zugleich wird mitten über jeder Abflußöffnung eine Art eiſerner, 2 Zoll im Quadrat ſtarker Radſtößer angebracht, welcher an beiden Enden umgebogen und oben in den Stein hinter der ſo eben erwähnten eiſernen Schiene, unten aber in den oberſten Stein hinter der Abflußöffnung eingelaſſen und mit Blei vergoſſen wird.

195. Auch werden, auf gemauerte Pfeiler, die 24 gußeiſernen Radſtößer, jeder 300 Pfund ſchwer, eingeſetzt und zugleich die Stufen von Quadern vor den Fußwegen auf Mauerwerk gelegt, die Fußwege ſelbſt aber in Cementmörtel, auf einem 3 Zoll ſtarken Eſtrich von eben ſolchem Mörtel, mit genau an einander paſſenden Steinen gepflaſtert, wie §. 113. beſchrieben worden. Dieſer Eſtrich von Cementmörtel kommt, wie ſchon bemerkt, auf Mauerwerk von Bruchſteinen und Sandkalk zu liegen, welches wieder unmittelbar auf dem Mauerwerk der Brücke und der Flügelmauern liegt, und das Nebenpflaſter erhält nach der Breite mit Einſchluß der Randſchicht 2 Zoll Fall, damit hier kein Waſſer ſtehen bleiben könne. Die Oberfläche dieſes ganzen Pflaſters enthält 201 Quadrattoiſen.

Pflaſter.

196. Die Fahrbahn der Brücke, die Wege längs den Flügel- und Kaimauern, und der Leinpfad, werden hierauf mit ſtarken Steinen auf einer Schicht Kiesſand gepflaſtert, wie in den §§. 111. und 112. beſtimmt worden, wobei das Pflaſter ſich mit dem in der Straße nach Verſailles vereinigt. Der mittlere Theil der Brücke erhält 24 Fuß breites Hauptpflaſter mit 6 Zoll Wölbung, einen Rinnſtein und 3 Fuß breites Nebenpflaſter

auf jeder Seite, deren jedes nach der Breite 3 Zoll Gefälle nach der Gosse zu erhält, und überall eben so hoch über die Unterkante der Quaderschicht vor den Fußwegen reicht, weshalb wenigstens 15 Zoll, von der Oberkante des Mauerwerks der Brücke an, für das Pflaster und die Sandschicht darunter bleiben müssen.

197. Das alte Pflaster der Straße nach Versailles wird aufgenommen, und so weit erhöht, daß es mit den Auffahrten der neuen Brücke und dem Pflaster auf dem Platze Ludwigs XV. zusammenläuft, und zwar auf der einen Seite an den äußern Enden des neuen Leinpfads, auf der andern aber an den innern Kanten der auf diesem Platze liegenden Fußwege.

198. Bei diesen Abänderungen des Gefälles des Pflasters wird es auch erforderlich sein, daß die Futtermauer des Grabens längs der Straße nach Versailles, welcher einen Theil dessen um den Platz Ludwigs XV. ausmacht, und das Dockengeländer darauf, wie auch das nach der Breite des Grabens in der Richtung der neuen Brücke liegende Stück, auf Befehl des Stadtdirectors und auf Kosten der Stadt eingenommen werden; was zu seiner Zeit mit dem Stadtbaumeister verabredet werden muß.

199. Auf der entgegengesetzten Seite wird ein eben solches Sandsteinpflaster auf die ganze Länge der Flügelmauern, mit Einschluß der Pilaster an deren Enden, und auf die Breite von den Mauern an den Fußwegen bis zur neuen Befriedigung des Gartens beim Bourbonschen Pallast, angelegt. Dies Pflaster behält an der Kaimauer unterhalb auf 24 Toisen Länge nur 18 Fuß Breite, mit Einschluß der Randsteine, welche 18 Zoll lang, 12 bis 13 Zoll breit und eben so hoch sein sollen. Auf der andern Seite behält das Pflaster die ganze Breite, von der Flügelmauer und dem dazu gehörigen Pilaster an bis 10 Toisen jenseit der Burgunder Straße einschließlich, und bildet eine Ecke am Garten des Benthemschen Hotels, wo die neue 24 Toisen lange Kaimauer auf der obern Seite aufhört.

200. Das ganze Pflaster des Theils der Burgunder Straße zwischen der Bourbonschen Straße und dem Flusse wird aufgenommen, und mit dem erforderlichen Gefälle, damit das Wasser aus den obern Theilen der Burgunder und Bourbonschen Straßen, wie vorher schon gesagt, abfließen könne, und dem nöthigen Zuschuß an neuen Steinen, in so weit die vorhandenen nicht reichen oder zu schwach und zu weich sind, umgepflastert, und so breit gemacht, als die Burgunder Straße.

201. Ein Theil der Aufträge zur Regulirung des Gefälles des Pflasters auf der Brücke und in den darauf stoßenden Straßen, und zur Verbreiterung und Erhöhung des Ufers desjenigen Theils des Flusses vor den jetzigen Gartenmauern des Bourbonschen Pallastes, welcher eine geringere Breite erhalten soll, wie im §. 133. aus einander gesetzt worden, kommt aus den Grundgraben der Brücke und der dazu gehörigen Mauern. Wegen des noch Fehlenden soll der Stadtdirector ersucht werden, die Fuhrleute anzuweisen, die Schuttfuhren aus Paris hier abzuladen.

202. Alles neue Pflaster wird in eine 6 Zoll starke Lage groben Sand gesetzt, und zwar in geraden durch die ganze Breite gehenden Schichten, und so, daß immer ein Stein in einer Schicht auf eine Fuge in der folgenden paßt. Die Fugen werden mit Sand ausgefüllt, welcher aber keine Kiesel und Steine enthalten darf, um deren willen die Pflastersteine nicht dicht an einander schließen könnten, da die Fugen nicht breiter als 6 Linien sein dürfen. Die Steine werden nach der Länge und nach der Breite des Weges vom Stein-

Digitized by Google

ſetzer mit dem Hammer gegen einander getrieben, und die Sandlage gleichfalls noch einmal durchgearbeitet, damit kein hohler Raum unter dem Pflaſter bleibe. Darauf wird dies letztere mit einer 45 bis 50 Pfund ſchweren Handramme gerammt, wobei aber Achtung gegeben werden muß, daß das Haupt- und das Nebenpflaſter das beſtimmte Gefälle und die vorgeſchriebene Wölbung erhalte. Der Sand wird in die Fugen mit einem Eiſen in Form eines umgekehrten T nochmals eingeſtoßen, um dieſelben gut auszufüllen, worauf alles einen Zoll ſtark mit Sand bedeckt wird. Was das alte zu hebende Pflaſter betrifft, ſo wird daſſelbe mit gleicher Sorgfalt als das neue geſetzt, und ſo viel Sand nachgefahren, als nöthig iſt, damit die ganze Lage 6 Zoll ſtark werde, auch kein alter Stein wieder verwandt, der nicht wenigſtens 6 bis 7 Zoll lang und breit und 7 bis 8 Zoll hoch iſt. Anſtatt der Steine, welche beim Rammen zerſpringen, werden neue harte Steine eingeſetzt, und alles immer wieder hergeſtellt, und bis zur Abnahme in gutem Stande ohne Löcher, Gleiſe und Senken erhalten.

203. Das ganz neu zu fertigende Pflaſter enthält nach gegenwärtigem Entwurf 1972 Quadrattoiſen, und das alte umzulegende 2570 Quadrattoiſen.

Allgemeine Bedingungen.

204. Der Unternehmer, welchem der Zuſchlag ertheilt wird, muß ſämmtliche Theile des Baues nach den Vorſchriften des vorſtehenden Entwurfs und den auf jede einzelne Beſtimmung anzuwendenden Regeln der Kunſt ausführen. Er muß ſich nach den Plänen und Zeichnungen richten, welche ihm werden ausgehändigt werden, eben ſo wie nach den Lehren und Queerſchnitten der Capitäle, Kämpfer, Geſimſe und Plinten, welche, ſo wie die 16 eiſernen Obelisken und deren Verzierungen, in natürlicher Größe aufgezeichnet werden ſollen. Er liefert überhaupt alle Materialien, läßt dieſelben bearbeiten, aufladen, auf die Bauplätze und auf die Bauſtelle ſelbſt bringen, bezahlt das Lohn ſämmtlicher Werkleute und Tagelöhner, ſchafft alle Geräthſchaften an, als große und kleine Krahne, Rammen, Bagger mit Kaſten und andere, Wagen, Kipp- und Schiebkarren, baut die nöthigen Schuppen, die Gerüſte und Schiffe zum Fortſchaffen und Aufbringen der Materialien und zum Gehen für die Arbeiter, giebt die Werkzeuge aller Art, auch das Tau- und Seilwerk her, und beſoldet die Steinmetzen, Rechnungsführer, Aufſeher und Wächter, welche Tag und Nacht auf die Bauplätze Achtung geben müſſen, ausgenommen die Aufſeher und Rechnungsführer beim Waſſerſchöpfen und in den Steinbrüchen, auch bei den übrigen Arbeiten, in ſo fern ſie nur zur Sicherſtellung des Königlichen und Städtiſchen Beſten angeſtellt werden. Eben ſo wenig bezahlt derſelbe weder das Gehalt des Zeichners des Ingenieurs, noch deſſen ſchriftliche Arbeiten, noch die Miethe für deſſen Arbeitsſtuben; allein alle dieſe Gegenſtände, die Anfertigung der eiſernen Obelisken und Gitter, das Waſſerſchöpfen und die dazu erforderlichen Maſchinen, die Neben-Fangedämme, die Gebühren und Gehalte der Aufſeher und Rechnungsführer, welche Königlicher Seits angeſtellt werden, und die Gebühren, Gehalte und Zulagen des Ingenieurs, des Inſpecteurs und des Controleurs für den Entwurf und die Leitung des Baues, ingleichen alle unvorhergeſehene Arbeiten, werden von einer Summe von 300,000 Livres beſtritten, welche mit zur Verdingsſumme gerechnet wird, wovon aber nichts ohne Anweiſung des Stadtdirectors und

der Stadtschreiberei ausgezahlt wird, während über deren Verwendung dem Minister alljährlich Rechnung abgelegt werden muß.

205. Der Unternehmer läßt ferner die nöthigen Vorrathsgebäude, Schmieden, Schuppen und die Behälter, auch die Maschinen zum Schlagen des Mörtels und zum Stoßen des Cements anlegen, und die Abflußöffnungen durch die Steine bohren. Er muß zugleich für hinreichende Vorräthe von Materialien jeder Art, sowohl in den Steinbrüchen als auf den Bauplätzen, sorgen, und zwar so, daß immer auf ein Jahr voraus alles da ist, ingleichen für alle sonst nur vorkommende Bedürfnisse bis zur Beendigung und Abnahme der Arbeit; wobei ihm jedoch die Bescheinigung wegen der letztern erst ein Jahr nach der erstern ausgehändigt werden darf.

206. Die Materialien, welche auf den Bauplätzen und dem Pflaster übrig bleiben, werden auf Kosten des Unternehmers weggeschafft, und die Plätze eben so gereinigt, damit dem Publicum der Uebergang über die Brücke, und die Schifffahrt unter derselben durch, frei gegeben werden könne.

207. Im letzten Jahre muß der Unternehmer darauf Achtung geben, daß nicht mehr Quader- und Bruchsteine, Eisen, Kalk, Sand, Pflastersteine und andre Materialien in den Brüchen gebrochen und auf die Bauplätze gefahren werden, als in dieser Zeit verbraucht werden können, damit nur die liegen bleiben, welche wegen schlechter oder mangelhafter Beschaffenheit, oder geringerer Stärke, als zur Festigkeit des Baues nöthig ist, verworfen werden.

208. Alle Quader- und Bruchsteine, das Holz zu den Lehrbogen, Gerüsten, Nothbrücken und andern Gegenständen, das Eisen und die sonstigen Materialien, ingleichen die Maschinen, Geräthe und Werkzeuge, die Vorrathsgebäude, Schmieden und Schuppen, werden dem Unternehmer zurückgegeben, und kann derselbe solche einreißen, verkaufen und nach Gefallen darüber bestimmen, da bei Veranschlagung der Arbeiten, wonach dieselben verdungen werden sollen, der Werth, den die angeführten Gegenstände nach ihrem Gebrauch noch haben können, abgesetzt worden ist.

209. Wenn, nachdem der Grund zu den Stirnpfeilern und zu den Kai- und Flügelmauern daneben ausgegraben worden sein wird, sich finden sollte, daß der Boden so fest ist, daß man ohne Gefahr die Grundpfähle unter allen diesen Mauern oder einem Theile derselben weglassen könnte, so wird das Grundwerk, nach den Bestimmungen des §. 156., abgeändert, dann aber dem Unternehmer so viel, als dadurch erspart wird, abgezogen, der Betrag dieses Abzugs aber nach den Maaßen und sonstigen Angaben, welche der Ingenieur zusammen mit dem Inspecteur und Controleur gleich während der Arbeit aufnehmen und sammeln wird, bestimmt, oder auch mit Mehrarbeiten, welche während des Baues genehmigt worden, ausgeglichen. Eben so werden die Gebühren, die Wasserschöpfungskosten, die Ausgaben für die Maschinen und andre, die nicht vorher bestimmt werden können, doppelt aufgeschrieben, wie dies übrigens bei allen solchen großen Bauten gewöhnlich ist; und um allen Schwierigkeiten, welche von Seiten des Unternehmers etwa gemacht werden könnten, vorzubeugen, sollen alle diese Nachweisungen der Arbeiten und Ausgaben ihm zur Durchsicht vorgelegt, und von ihm unterschrieben werden.

210. Der Unternehmer, welchem der Zuschlag ertheilt wird, muß zu Anfang des Baues den Werth von 100000 Livres in Materialien-Vorräthen und Arbeitslöhnen vorschießen,

schießen, und diese Summe wird ihm erst nach Beendigung des Baues und Statt gehabter Abnahme desselben zurückgezahlt. Außerdem wird er monatlich von den zum Bau anzuweisenden Geldern in dem Verhältniß des Fortschreitens der Arbeiten, auf Bescheinigungen des mit der Aufsicht beauftragten Ingenieurs, welche vom ersten Ingenieur unterzeichnet sein müssen, und auf Anweisungen, die ihm in Gemäßheit dieser Bescheinigungen zu ertheilen sind, bezahlt.

211. Wenn man während des Baues für nöthig halten sollte, mehr Arbeiten, als veranschlagt, auszuführen, oder einige derselben wegzulassen, selbst wenn die Pfeiler mit Kasten gegründet werden sollten, wie dies mit Erfolg bei der Saumurschen Brücke und an andern Orten geschehen ist, um die Kosten für Fangedämme und das Ausschöpfen des Wassers zu vermindern, so sollen die Preise dieser Arbeiten nach den beim Verding zum Grunde gelegten bestimmt, und in den am Ende jedes Jahres aufzustellenden Berechnungen des Werths der während dieser Zeit ausgeführten Arbeiten zu- oder abgerechnet werden. Eben so soll in Betreff der Materialien-Anfuhre, welche sich vielleicht weiter oder näher, als im Anschlage angenommen, finden, verfahren werden; aber solche bedeutende Abänderungen dürfen nicht eher Statt finden, als bis solche von dem Stadtdirector und der Stadtschreiberei, auf den Vorschlag des mit der Ausführung beauftragten Ingenieurs, schriftlich genehmigt worden sein werden.

212. Dem Unternehmer steht die Verfügung über die aus dem früher bei der sogenannten Salpetersiederei angelegten Hafen und aus den dazu gehörigen Brücken und dem Lusthause erfolgenden Materialien zu, und er muß die noch an Ort und Stelle befindlichen Theile mit Sorgfalt abtragen, und hernach nach den Arbeitsplätzen bei der neuen Brücke schaffen lassen. Da die Quadern zu klein sind, als daß sie zum eigentlichen Brückenkörper gebraucht werden dürften, so können sie zu den Stirnflächen der Flügelmauern und der daran stoßenden Kaimauern, auch zu den Stirnmauern der kleinen Gewölbe über den Nischen und Vertiefungen in den Stirnpfeilern, der Gänge, welche nach den letztern führen, und der Leinpfads-Futtermauern, gebraucht werden. Es muß Rechnung über die Kosten des Abbruchs und des Fortschaffens der Steine geführt, und es müssen Nachweisungen von den aus dem Abbruch erfolgenden und von den am Hafen aufgesetzt stehenden Bruchsteinen angefertigt werden. Wenn diese Materialien auf den Brücken-Bauplätzen angekommen sind, so werden sie genau ausgemessen, und von den neuen Materialien abgesondert gelegt, und der Unterschied des Preises der alten Materialien von dem der neuen, welche der Unternehmer hätte anschaffen, bearbeiten und verwenden müssen, wird demselben zum Vortheil der Stadt abgezogen.

213. Da für das erste Jahr 1,200000 Livres bestimmt sind, so würde, wenn für jedes der drei folgenden Jahre 500000 bis 600000 Livres zu schaffen wären, und sofort mit Anschaffung der Materialien angefangen werden könnte, die Brücke, anstatt, wie vorbemerkt, in fünf, in vier Jahren fertig werden können; in welchem Falle dem Unternehmer zum Voraus bekannt gemacht werden würde, was er in jedem Jahre vornehmen müßte.

214. Die Steinmetzen, Polirer und andre Hauptarbeiter können nur dann angenommen werden, wenn sie schon ähnliche große Arbeiten ausgeführt haben, und der Ingenieur von ihrer Geschicklichkeit und guten Aufführung überzeugt ist. Diejenigen, welche

während des Baues in ihrem Fleiße und Betragen nachlassen, muß der Unternehmer verabschieden.

215. Der Unternehmer kann weder den ganzen Bau, noch einzelne Theile desselben, abtreten, ohne dazu schriftlich ermächtigt worden zu sein, bei Strafe, daß solche Contracte für ungültig erklärt werden.

216. Sollten sich in Betreff der fraglichen Arbeiten Schwierigkeiten oder Widersprüche erheben, so darf der Unternehmer deshalb blos bei der Stadtschreiberei Klage führen.

217. Der besagte Unternehmer erhält alle Arbeiten bis zur Abnahme, welche, wie schon gesagt, erst ein Jahr nachdem der ganze Bau beendigt und alles nachgeputzt ist, ausgefertigt wird, in gutem Stande. Er muß ferner volle und hinreichende Sicherheit wegen der ihm zu leistenden Zahlungen gewähren, auch für alle Arbeiten, wie gewöhnlich, haften. Auch bezahlt er der Schreiberei die Kosten des Zuschlags, und die Gebühren für die Zahlungsverfügungen, mit Einschluß einer Ausfertigung des Verdings, welche er verbunden ist, dem Ingenieur zuzustellen.

Paris, am 1sten October 1786.

Unterz. Perronet,

Ritter des Königl. Ordens, erster Königl. Architect und erster Brücken- und Wege-Ingenieur; der Königl. Academieen der Wissenschaften zu Paris und Stockholm und mehrerer andern Mitglied.

Nach Ansicht des vorstehenden Entwurfs, und der allgemeinen Bedingungen am Schlusse desselben, von Seite 279 bis 282. einschließlich, trägt der unterzeichnete Advocat, und Procurator des Königs und der Stadt Paris, darauf an, daß nunmehr die desfallsigen Bekanntmachungen erlassen werden, und zwar theils durch Anschläge, theils durch die öffentlichen und Provinzialblätter, Dienstags den 30sten Januar, Dienstags den 13ten Februar und Dienstags den 27sten Februar, und daß nach der letzten Bekanntmachung der Termin zur Verdingung des fraglichen Baues nach gewöhnlicher Form abgehalten, und zugleich der Unternehmer angehalten werde, außer den angeführten, auch noch folgende Bedingungen zu erfüllen:

1) Die Contracte zu halten, welche, mit Genehmigung der Behörde, von Hrn. ꝛc. Perronet bereits vorher geschlossen worden, um die erforderlichen vorläufigen Anordnungen treffen zu können, auch die Lieferungen von Holz und von den nothwendigsten Hauptmaterialien zu sichern und zu beschleunigen, und namentlich den Contract über die Lieferung von Bauholz, welcher zwischen dem Brücken- und Wege-Ingenieur Demoustier, und Hrn. Lucian Noel am 11ten dieses Monats abgeschlossen, von dem besagten Ingenieur unterschrieben, dem Hrn. ꝛc. Perronet zur Einsicht vorgelegt und von demselben unterzeichnet, auch von der Stadtschreiberei am 16ten genehmigt worden, so anzusehen, als sei solcher von ihm selbst eingegangen, auch sämmtliche Bedingungen desselben zu erfüllen, zu welchem Ende gedachtem Unternehmer von der Stadtschreiberei sowohl der Contract, als der Anschlag, abschriftlich mitgetheilt werden soll;

Digitized by Google

2) zu der Brücke alle die Quader- und Bruchsteine aus den Brüchen bei Paris und bei Saillancourt, nicht weit von Meulan, zu nehmen, welche bereits zum Theil auf die Bauplätze bei der Brücke angefahren worden, auch die bis zum Tage des Zuschlags für die bereits angefangenen Erd-Arbeiten am Stienpfeilee, auf der Seite nach dem Platze Ludwigs XV. zu, gemachten Ausgaben nach den Berechnungen, Listen und Verzeichnissen, welche von Hrn. ꝛc. Desmoustier festgesetzt, von Hrn. ꝛc. Perronet bescheinigt, und von der Stadtschreiberei genehmigt woeden, zurückzuzahlen, und außerdem die Bezahlung der Gehalte der Conducteurs und Aufseher, so weit solche dem Unternehmer zur Last fallen, zu übernehmen;

3) annehmliche und hinlängliche Sicherheit für die Ausführung der zu übernehmenden Verbindlichkeiten zu stellen;

4) sich nach dem Beschluß des Stadtdirectors und des Schöppenstuhl-Directors am Rande dieses, zur Erläuterung des §. 212. Seite 281., die Materialien vom Hafen betreffend, zu richten.

5) Endlich soll nur auf Gebote solcher Unternehmer Rücksicht genommen werden, von denen bekannt ist, daß sie die erforderlichen Kenntnisse besitzen, und mit Bauten der fraglichen Art, als mit steinernen Brücken, Hafen, Kais, Kanälen und Schleusen, oder andern Wasserbauten von ähnlicher Wichtigkeit und gleicher Gattung, bereits zu thun gehabt haben.

So geschehen Paris, am 17ten Januar 1787.

Unterz. Ethis von Corny.

Nach Ansicht des vor- und umstehenden Anschlages, ingleichen des Antrages des Procuratoes des Königs und der Stadt:

Befehlen wir unterzeichnete Stadt- und Schöppenstuhl-Director, daß dieselben nach ihrer ganzen Form und ihrem vollständigen Inhalt ausgeführt werdrn.

Geschehen in der Stadtschreiberei, am 23sten Januar 1787.

Unterz. Le Péletier, Goblet, Delavoiepierre, Guyot, Dorival.

Der Bau der Brücke Ludwigs XVI. ist am 27sten Februar 1787 Herrn Franz Prévôt in der Stadtschreiberei zu Paris für 2,993000 Livres verdungen worden, nachdem der Pachter und Einnehmer von Sceaux und Poissy, Herr Paul Ludwig Prévôt, für denselben Bürgschaft geleistet hatte.

Digitized by Google

Entwurf

zu einer hölzernen Brücke über die Seine, am neuen Wallgang bei der sogenannten Salpetersiederei.

Der verstorbene Herr von Chamouzet, dieser eifrige Bürger, der sich nur mit Entwürfen zum Nutzen für das gemeine Wesen und zur Unterstützung der Armen beschäftigte, hatte vorgeschlagen, am neuen Wallgang bei der Salpetersiederei eine hölzerne Brücke über die Seine zu bauen. Er hatte hierüber vom Könige ein Privilegium, und das Recht, einen Brückenzoll zu erheben, erhalten, um ihn wegen seiner Auslagen zu entschädigen. Diese Brücke würde in der That sehr nützlich zur Beschaffung einer Verbindung zwischen den Vorstädten St. Marcel und St. Anton sein, und zugleich den Vortheil gewähren, daß Wagen mit Steinen und Kaufmannsgütern, welche nicht nach den innern Theilen von Paris selbst gehen, nicht durch die Stadt zu fahren brauchten.

Mittelst dieser Brücke, und der, welche am Platze Ludwigs XV. erbaut werden soll und gleiche Vortheile gewähren würde, könnte man um die ganze Stadt herumkommen, ohne durch dieselbe selbst zu müssen, indem man dann immer auf den Wallgängen bleiben könnte, und es würden dadurch nützliche Verbindungen in den äußern Theilen der Stadt eröffnet.

Bei dem Wunsche, Herrn von Chamouzet's gute Absichten zu befördern, hat sich der Verfasser mit einem Entwurf zu dieser Brücke beschäftigt. Diese soll 7 Oeffnungen erhalten, jede, je von der Mitte einer der 6 doppelten Pfahlreihen bis zu den einer andern oder der reinen Mauer der von Steinen aufzuführenden Stirnpfeiler, 90 Fuß weit. Die Entfernung eines Stirnpfeilers vom andern soll 105 Toisen, und die Breite der Brücke, mit Einschluß der Geländer, 27 Fuß betragen. (Man sehe Tafel 35.)

Die doppelten Pfahlreihen, welche nach der Breite 6 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander zu stehen kommen sollen, werden mit waagerechten Zangen auf dem Waß-

Digitized by Google

ferspiegel, und darüber nochmahls mit schief liegenden umfaßt. Auf diese Pfähle kommen Holme, und auf diese wieder Balken, und zwar auf den ersten 2 Reihen Pfählen von den Stirnpfeilern an 12 Fuß, auf den zweiten Reihen 14 Fuß, auf den dritten Reihen 16 Fuß hoch über dem niedrigsten Wasserstande. Auf diese Balken kommen Ständer und Widerlagssäulen zu stehen; in jede der letztern wieder zuerst eine doppelte Reihe Hängebänder, die mit einander verzahnt und verbolzt sind, und dann zwei andre einfache Hängebänder, welche auf einer Seite in diese Widerlagssäulen, und auf der andern in die ersten doppelten Hängesäulen, wovon hernach die Rede sein wird, greifen; wobei aber außerdem in den äußern Wänden die obersten Hängebänder durchgehen, so daß das mittelste der letztern als Geländerholm dient. Alles dies wird durch 4 doppelte Hängesäulen in jeder Wand verbunden, von denen die in den Häuptern auch zugleich die Geländer umfassen. Diese doppelten Hängesäulen werden verbolzt, und zwar die langen an 3 Stellen, die kurzen aber nur an 2 Stellen. Um die Hängesäulen greifen wieder Zangen, welche nach der Breite der Brücke waagerecht liegen. Die Curven, welche durch diesen Holzverband gebildet werden, tragen die Straßbäume, den Belag, die Geländer und das Pflaster.

In jeder Jochweite, auf jeder Seite, und im untern Theile der Curven, werden zwei Strebebänder angebracht, welche sich auf der einen Seite auf die Balken und in diagonaler Richtung auf der andern Seite gegen die zweiten Hängesäulen in der mittelsten Curve setzen, um den Seitenschub aufzuhalten.

Jeder Eisbrecher besteht aus 4 Pfählen, welche in der Richtung der Mittellinie des Jochs geschlagen, unten mit Zangen umfaßt, und oben verholmt werden, wobei jeder Holm oder Eisbalken durch eiserne Bügelbänder, welche in die Pfähle eingelassen und mit denselben verbolzt werden, und bis unter die zweite, bis zum ersten Pfahl gehende Reihe Zangen reichen, befestigt wird. Auf jede dieser zweiten Reihen Zangen wird eine Strebe gesetzt, welche oben in den äußersten Ständer unter dem Unterzuge eingezapft ist. Auf der untern Seite wird ein Pfahl in schräger Richtung eingeschlagen, durch Zangen mit den übrigen verbunden, und auf die zweite Reihe von diesen Zangen eine Strebe gesetzt, die eben so, wie die andre, eingezapft wird. Die Pfähle unter der Brücke selbst, und die hinter jedem Joche, werden schief und zwar auf beiden Seiten der Mitte der Brücke in entgegengesetzter Richtung eingeschlagen. Die in den Eisspitzen kommen lothrecht zu stehen.

Digitized by Google

Da der Schub der ganzen Brücke sich auf die Stirnpfeiler fortpflanzt, auch nicht alle Bogen zugleich gerichtet werden können, weil die Schifffahrt nicht unterbrochen werden darf, so ist es nöthig, Nothstirnpfeiler anzulegen, um nur je drei und drei Bogen von jedem eigentlichen Stirnpfeiler an mit einem Mahle richten zu können.

Zu diesem Ende wird zuvörderst ein Gerüste von gleicher Höhe mit den Balken auf den doppelten Pfahlreihen auf 4 Reihen Pfählen unter der dritten Oeffnung, von einem Stirnpfeiler an gerechnet, angelegt. Darauf kommen doppelte Zangen auf Böcken, welche die untern Theile jeder Curve umfassen, mit denselben verzahnt und mit Schraubenbolzen zusammengezogen werden.

Dadurch, daß der Schub der Curven jedes dritten Bogens aufgehalten wird, kann jeder derselben so viel Widerstand leisten, daß die zwei andern Bogen zwischen solchem und dem Stirnpfeiler auf derselben Seite gerichtet werden können, worauf dann auf gleiche Weise die drei Bogen auf der andern Seite aufgestellt, und die Gerüste weggenommen werden können, auf welchen die 2 ersten Bogen gerichtet worden, so daß die Schifffahrt durch diese gehen kann.

Hierauf wird der mittelste Bogen gerichtet, und dann nach und nach die Gerüste und Zangen unter den anliegenden weggenommen, worauf der Schub sich auf die Stirnpfeiler fortpflanzen wird.

Gut wird es sein, alles Holzwerk auf den Bauplätzen auf beiden Seiten der Brücke zuzuhauen und abzubinden, während die Jochpfähle eingerammt werden, damit alle Bogen in einem Jahre abgebunden und gerichtet werden können. Die Fahrbahn erhält auf jeder Seite von der Mitte der Brücke an 6 Fuß Gefälle, also $1\frac{1}{2}$ Zoll auf die Toise. (Man sehe Tafel 35.)

Man kann sehen, daß die Stärke der Curven wesentlich von der Verbindung der ersten Reihen Hängebänder abhängt. Man weiß, daß die Kräfte, mit welcher Holzstücke von gleicher Länge dem Zerbrechen widerstehen, sich verhalten wie die Producte aus den Breiten in die Quadrate der Höhen, so daß zwei also verbundene Holzstücke so viel halten müssen, als 4 einzelne, wodurch nur halb so viel Holz als sonst nöthig wird.

Im Jahre 1773 sind die Kosten zur Erbauung dieser Brücke auf höchstens 300000 Livres geschätzt worden.

Es schien nöthig, die Oeffnungen zwischen den Jochen weiter zu machen, (sie sind beinahe dreimal so weit, als in mehrern Seine-Brücken die Bogen, unter wel-

chen die Schiffe durchgehen,) damit der Durchgang des Eiſes und der Schiffe erleichtert werde. Auch iſt die Länge der Brücke ſo angenommen, daß die letztere über Stücke von den Ufern reicht, welche den größten Theil des Jahres über nicht unter Waſſer ſtehen, damit die Schiffer und andere bei der Schifffahrt angeſtellte Perſonen in dieſer Zeit trocknen Fußes unter den Bogen, welche ſich auf die Stirnpfeiler ſetzen, weggehen können.

Es gäbe ein Mittel, zu bewirken, daß die obern Verbandſtücke der hölzernen Brücken ſich viel länger als gewöhnlich, und zwar wenigſtens 100 Jahre, halten, anſtatt daß ſonſt die Straßbäume nur 20 bis 25 Jahre, und der Belag nur etwa halb ſo lange dauern: dies wäre die Bedeckung der ganzen Brücke mit geſtreckten Bleiplatten von einer Linie Stärke. Man hat nämlich gefunden, daß die Straßbäume der 2 Oeffnungen der hölzernen Brücke bei St. Cloud, welche zur Zeit ihrer Erbauung, im Jahre 1757, mit Blei belegt wurden, um die Wirkung hiervon kennen zu lernen, im Jahre 1779, als ſie von neuem gebaut wurden, eben ſo wohl, als das Blei, noch ſo unverſehrt waren, daß Straßbäume und Blei wieder gebraucht werden konnten, während die Stücke, welche man nicht mit Blei bedeckt hatte, gänzlich verfault waren.

Angenommen, daß der Belag der Brücke bei der ſogenannten Salpeterſiederei mit Blei bedeckt würde, und dabei nach der Breite von der Mitte bis zu jeder der äußern Seiten 3 Zoll Fall erhielt, bevor man die Lage Sand und das Pflaſter aufbrächte, ſo würde dies auf die 491 Quadrattoiſen Oberfläche, welche die Brücke enthält, die Quadrattoiſe zu 84 Livres gerechnet, eine Ausgabe von wenig über 41000 Livres erfordern, wovon jedoch nur ohngefähr ein Viertel oder 10000 Livres verloren gingen, wenn nach Verlauf eines Jahrhunderts das Blei umgeſchmolzen werden müßte.

Vergleicht man dieſe Ausgabe mit der dadurch zu erhaltenden Erſparung, ſo wird man finden, daß die Straßbäume wenigſtens dreimal und der Belag wenigſtens ſechsmal in derſelben Zeit hätten erneuert werden müſſen, und daß, wenn jedes von den 2934 Balkenmaaßen Belag Holz, welche zur Brücke gehören, 7 Livres, und jedes von den 2886 Balkenmaaßen Straßbäume 9 Livres gerechnet wird, die ganze Ausgabe mehr als 187000 Livres, die Erſparung alſo 177000 Livres betragen würde, ungerechnet, daß das Holz in ſo langer Zeit gewiß noch theurer werden würde.

Digitized by Google

Aus diesen Gründen ist es rathsam, die hölzernen Brücken ganz mit Blei zu belegen, und die Stirn- und Mittelpfeiler so weit als möglich von Steinen zu erbauen.

Auch würde es nützlich sein, die Geländer, anstatt von Holz, von Eisen zu machen, wenn die Hammerwerke nicht zu weit entfernt sein sollten.

Wenn man gleich auf diese Weise im Stande sein würde, den hölzernen Brücken eine längere Dauer zu verschaffen, so wird es doch immer besser sein, die Brücken ganz von Steinen zu bauen, wenn die Materialien nicht zu weit zu holen und zu theuer sind.

Ent-

Entwurf

zu einer Brücke von einem 150 Fuß weiten Bogen, über jeden der beiden Arme der Seine zu Melun.

Die Seine theilt ſich in der Stadt Melun in zwei beinahe gleich breite Arme.

Die zwei alten Brücken über dieſe beiden Arme beſtehen jede aus 8 Bogen. Die ſogenannte Mühlbrücke, auf der Seite nach Fontainebleau zu, kann noch eine Zeit lang ſtehen, aber die andre ſogenannte Obſtbrücke war ſchon vor 40 Jahren ſo ſchlecht, daß dieſelbe ſchon damals neu gebaut werden ſollte. Da der Fangedamm, womit der Fluß oberhalb der Brücke abgedämmt werden ſollte, weggeriſſen wurde, ſo wurde dieſer Neubau verſchoben. Man hat ſich ſeitdem ſo gut geholfen, als man gekonnt hat, indem von einer Zeit zur andern die dringendſten Reparaturen vorgenommen wurden; aber der verfallene Zuſtand der Brücke macht es dringend nöthig, daß ſofort zum Neubau derſelben geſchritten werde.

Zu dieſem Ende ſoll die Obſtbrücke mit einem einzigen 150 Fuß weiten Bogen erbaut werden, wodurch eine Durchflußöffnung gebildet wird, welche ohngefähr eben ſo groß iſt, als die 8 alten zuſammen. In der Folge kann dann auch, anſtatt der Mühlbrücke, ein eben ſolcher Bogen erbaut werden, der gleichfalls 150 Fuß weit würde, und, ſo wie die Obſtbrücke, in die verlängerte Richtung des Theils der Straße von Fontainebleau nach Melun unmittelbar vor dieſer letztern Stadt, etwas unterhalb der alten Brücken, zu liegen käme. Dieſe Richtung wird 35 Toiſen über die Stirnfläche des Landpfeilers der Obſtbrücke bis zur Mitte eines Platzes verlängert, von welchem 3 Straßen abgehen, die in die Wege nach Paris, Guignes und Montereau laufen. Die beiden erſtern ſind fertig, und der letztere auch großentheils. Auf Tafel 36. befindet ſich eine perſpectiviſche Anſicht von dieſer Brücke.

Die Obſtbrücke wird von einem Haupt zum andern, mit Einſchluß von 4½ Fuß Fußweg auf jeder Seite, 39 Fuß breit. Der Hauptbogen wird mit einem 200 Fuß langen Halbmeſſer beſchrieben, die Häupter aber mit 300 Fuß langen, um auf beiden Seiten Ochſenhörner zu bilden.

Der Bogen wird im Schluß 5 Fuß ſtark; allein die Gewölbſteine in den Häuptern werden 6 Zoll höher gemacht, als nach der Lehre, welche in natürlicher Größe auf dem Bauplatze aufgezeichnet wird, nöthig wäre, damit dieſelben, nachdem das Setzen aufgehört haben wird, nach der Neigung, welche die Brücke auf beiden Seiten der Mitte des großen Bogens erhalten ſoll, abgeglichen werden können. Auf jede Seite dieſes Bogens kommt noch ein andrer Bogen von 30 Fuß Weite, mit einem 30 Fuß langen Halbmeſſer beſchrieben, und 3½ Fuß im Schluſſe ſtark.

Jeder Stirnpfeiler wird vom großen bis zum kleinen Bogen 42 Fuß ſtark; jeder Stirnpfeiler eines kleinen Bogens wird 12 Fuß ſtark, alles aber 73 Fuß lang, um auf jeder Seite einen Platz zu bilden, welcher 70 Fuß zwiſchen den Geländern breit, und 60 Fuß von einem Pilaſter zum andern lang iſt. Dieſe Pilaſter werden 9 Fuß im Quadrat ſtark, und ſtehen an den Brückenhäuptern. Nach der Breite jedes kleinen Bogens werden fünf 9 Fuß ſtarke Mauern aufgeführt. Zwei derſelben kommen in die Brückenhäupter zu liegen, um die Stirnpfeiler der großen und die der kleinen Bogen mit einander zu verbinden. Alles wird auf Grundpfähle, Roſtſchwellen und Holzbelag, wo möglich, 9 Fuß unter dem kleinſten Waſſer gegründet, nachdem nach und nach ein Fangedamm um jeden Stirnpfeiler angelegt und das Waſſer ausgeſchöpft worden ſein wird.

Die Höhe des großen Bogens ſoll vom kleinſten Waſſerſtande bis zum Schlußſteine 24 Fuß betragen, und die Oberfläche deſſelben ſoll auf beiden Seiten der Mitte der Brücke 2 Zoll Neigung auf die Toiſe erhalten.

An die Stirnpfeiler des großen Bogens ſtoßen, unter einem Winkel von 45 Grad, Flügelmauern, welche durch das untere Ende der Ochſenhörner gehen, und bis zu den Pilaſtern, an den vorerwähnten Häuptern eine Art von halben Vordertheilen der Pfeiler bilden, auf welchen eine Platte liegt, die bis zum Anfang des mit dem großen Halbmeſſer beſchriebenen Bogens reicht, und mit einem einzigen Steine abgedeckt iſt.

Jenſeit der Häupter der kleinen Bogen werden in denſelben Richtungen Uferbekleidungen bis an die Stadtmauern angelegt. Auch wird ein kleines, 6 Fuß weites, 6½ Fuß hohes, ſinkendes Gewölbe, nach einem Kreisſtücke in der Mitte der Breite jedes Stirnpfeilers, unten mit einem 6 Fuß im Quadrat großen Ruheplatz angelegt. In dieſe Gewölbe kommt man durch die kleinen Bogen, und gelangt durch dieſelben bis 3 Fuß über den kleinſten Waſſerſtand.

Digitized by Google

Bei der geringen Höhe des großen Bogens muß der Lehrbogen mit 3 Reihen ſtarker Pfähle, auf welche 7 Fuß über dem kleinſten Waſſerſtande Holme gelegt werden, auf welche wieder Balken zu liegen kommen, in der Mitte unterſtützt werden. Der untere Theil der Mitte jeder Curve des Lehrbogens muß ſo eingerichtet werden, daß er 2 Fuß von dieſem Unterſtützungspunkte abſteht, damit von demſelben nur dann Gebrauch gemacht werde, wenn dies während des Baues des Gewölbes für nöthig gehalten wird. Dieſer Zwiſchenraum von 2 Fuß wird mit keilförmig zugehauenen Stücken Bauholz ausgefüllt, die beim Einnehmen des Lehrbogens herausgeſchlagen werden, und dazu dienen ſollen, um das Schalholz leichter hervorziehen zu können.

Es wird zweckmäßig ſein, den Lehrbogen aus 9 Curven zuſammenzuſetzen, welche nur 4 Fuß 1 Zoll von Mitte zu Mitte von einander entfernt ſind, damit derſelbe dem darauf zu bringenden Gewichte widerſtehen könne, welches bei der Schwere des harten zum Bogen zu nehmenden Sandſteins beträchtlich ſein wird.

Dieſer Bau kann in 3 Jahren ausgeführt werden. Im erſten würden die Stirnpfeiler und die kleinen Bogen mit den Flügelmauern und Uferbekleidungen aufgeführt werden können. Im zweiten würden die Materialien angefahren und auf den Bauplätzen bearbeitet. Im dritten würde dann der Lehrbogen aufgeſtellt und der Bogen geſchloſſen, auch wohl gar noch die Fahrbahn gepflaſtert, damit man zwiſchen den Mauern der Fußwege über die Brücke gehen könnte; indeſſen dürften die Geſimſe, Geländer und der übrige Theil der Fußwege vor dem vierten Jahre nicht aufgebracht werden, um dem Bogen Zeit zu laſſen, ſich vollkommen zu ſetzen, was wegen des Mörtels in den Lagerfugen der Gewölbſteine unvermeidlich iſt.

Denkt man an die große Oeffnung dieſes Bogens und an die geringe Höhe deſſelben, ſo könnte man einwenden, daß der Bau mit vielen Schwierigkeiten verbunden ſein möchte, wenn derſelbe ſo feſt, als ſich gehörte, ausgeführt werden ſollte. Es iſt zwar wahr, daß es weder eine noch ſtehende Brücke, noch eine Beſchreibung einer ſolchen in frühern Zeiten vorhanden geweſenen giebt, deren Bogen mit Halbmeſſern von 200 und 300 Fuß beſchrieben worden; allein man iſt mit den Mechanikern nichts deſto weniger überzeugt, daß jeder noch ſo großen bewegenden Kraft, wie z. B. dem Schub eines ſo kühnen Gewölbes, ein noch ſtärkerer Widerſtand entgegengeſetzt werden könne. Da nun der Sandſtein, von welchem die Brücke erbaut werden ſoll, ſehr hart iſt, und ſchon Erfahrungen über den Bau großer Gewölbe, welche länglich rund, und in den obern Theilen nach Bogen von mehr als 200 Fuß Halbmeſſer aufgeführt

ſind, gemacht worden; ſo läßt ſich erwarten, daß die eben beſchriebene Brücke mit Erfolg werde ausgeführt werden können, weil gerade in dieſem obern Theile das Gewicht der Gewölbe am ſtärkſten wirkt, um die Gewölbſteine zu zerbrechen und zu zerdrücken.

Es iſt dem Verfaſſer wohl bekannt, daß der große Bogen der im Jahre 1354 zu Verona erbauten Brücke 150 Fuß weit iſt. Derſelbe iſt gleichfalls ein Kreisſtück; allein dies iſt nur mit einem etwa 80 Fuß langen Halbmeſſer beſchrieben. Nun hängt aber die Schwierigkeit von Bauten dieſer Art mehr noch von der Länge der Halbmeſſer, als von der Weite der Bogen ab. Geht man von dieſem Grundſatze aus, ſo ſieht man, daß die Schwierigkeit des Baues des Bogens bei Melun ſich zu der des Baues des großen Bogens zu Verona wie die Halbmeſſer des erſtern zu dem des zweiten, alſo in Bezug auf den Hauptbogen wie 5 zu 2, und in Hinſicht auf die Brückenhäupter, deren Halbmeſſer 300 Fuß lang ſein ſollen, wie 15 zu 4 verhält.

Ohne aus Frankreich herauszugehen, findet man einen noch größeren Bogen als den zu Verona, nämlich in der im Jahre 1454 zu Alt-Brioude über den Allier erbauten Brücke. Dieſer Bogen iſt auf Felſen gegründet, 172 Fuß weit, von der Sehne an 66 Fuß hoch. Die Krümmung des Bogens iſt nach einem Kreisbogen von 90 Fuß Halbmeſſer gezogen, ſo daß das Verhältniß der Schwierigkeit des Baues der Brücke bei Melun zu der, welche beim Bau der Brücke zu Alt-Brioude Statt gefunden hat, aus den Verhältniſſen der Halbmeſſer und der Oeffnungen zuſammengeſetzt iſt, alſo in Betreff des Hauptbogens der Brücke bei Melun von 200 Fuß Halbmeſſer wie 30000 zu 15480, oder beinahe wie 2 zu 1 iſt.

In Languedoc hat man es auch unternommen, 2 länglich runde Brücken, jede mit Bogen von 150 Fuß Oeffnung, zu bauen. Die eine, welche die Lavaurſche Brücke heißt, und auf dem Wege von Caſtres nach Toulouſe und Montpellier liegt, ſoll 36 Fuß breit werden, und im Bogen $\frac{1}{7}$ der Sehne zur Höhe erhalten. Der Halbmeſſer des oberſten Theils des Bogens iſt 97 Fuß lang, die Gewölbſteine ſind 9 Fuß hoch, als ſo breit eine Einfaſſung iſt, mit welcher die Häupter verziert ſind.

Die Brücke wird nach den Zeichnungen des Landgerichts-Directors zu Toulouſe, Herrn Saget, gebaut, und iſt ſo eben beendigt worden.

Die Lehrbogen zu dieſem Gewölbe ſtehen auf vier 8 bis 9 Fuß ſtarken Pfeilern, auf welchen, anſtatt der Curven, aus denen gewöhnlich die hölzernen Lehrbogen beſtehen, 10 Mauern aufgeführt werden, in deren jeder 6 Bogen von Mauerſteinen,

Digitized by Google

von 16 Zoll Stärke so liegen, daß durch je einen eine Oeffnung überspannt wird, also 60 Bogen überhaupt, wovon 40 jeder 30 Fuß, und 20 jeder nur 8 Fuß Oeffnung haben, und welche sämmtlich nach Halbkreisen so aufgeführt sind, daß sie überall mit der äußern Wölblinie bis auf 5 Fuß dem großen Bogen nahe kommen, wo dann in die so verbleibenden Zwischenräume von 5 Fuß der Holzverband gebracht wird, auf welchen die Gewölbsteine versetzt werden sollen.

Die andre sogenannte Gignacsche Brücke, über den Herault, auf dem Wege von Montpellier nach Lodeve, welche im Jahre 1777 angefangen worden, ist um $\frac{1}{7}$ der Weite gedrückt. Der Halbmesser des obern Stücks des mittlern Bogens derselben ist 110 Fuß 6 Zoll lang. Außer dem großen Bogen hat die Brücke noch zwei kleinere, jeder 78 Fuß weit, im vollen halben Kreise überwölbt, und in den Häuptern um 6 Fuß nach Art eines abgeschnittenen Kegelstückes erweitert. Die Einfassung des Bogens ist 6 Fuß breit; und eben so hoch werden die Gewölbsteine, anstatt daß diese bei der Lavaurschen Brücke 9 Fuß hoch werden; da diese erstere Höhe hinreichend sein wird, vorausgesetzt, daß beide Bogen von gleich harten Steinen erbaut werden.

Die letztere Brücke ist von dem geschickten ständischen Ingenieur Herrn Garipuy entworfen. Man glaubt, daß derselbe sich nur hölzerner Lehrbogen, die in der Mitte durch zwei oder drei Reihen starke Pfähle, wie der Verfasser in Betreff der zu Melun zu erbauenden Bogen vorgeschlagen hat, unterstützt werden, bedienen werde. Dadurch würde die bedeutende Ausgabe für die Pfeiler, die Mauern und die Bogen von Backsteinen, wie die, welche bei der Lavaurschen Brücke gebraucht worden, und die nach Beendigung des Bogens wieder eingenommen werden müssen, vermieden werden.

Vergleicht man, wie vorher geschehen, die Schwierigkeit der Ausführung der für Melun entworfenen Bogen nach Kreisstücken, deren Sehnen 150 Fuß, und deren Höhen 14 Fuß lang sind, mit der des Baues der zwei Brücken in Languedoc, blos unter Berücksichtigung der Größen der Halbmesser der obern Theile der Bogen: so wird man finden, daß diese Schwierigkeiten sich bei der Lavaurschen Brücke wie 200 zu 97, und bei der Gignacschen Brücke wie 200 zu $110\frac{1}{2}$, oder beinahe wie 2 zu 1 verhalten, unabhängig davon, daß die Melunschen Brücken nicht in den Anfängen, durch die mit kleinen Halbmessern beschriebenen Bogen, welche in länglich runden Bogen, wie die beiden Languedocschen, vorkommen, verstärkt sind.

Zugleich ist zu bemerken, daß viel kleinere Bogen, wie die in der Brücke zu Pont-Sainte-Maixence, (welche in gegenwärtigem ersten Theile Seite 157 ff. be-

ſchrieben iſt,) die nach Kreisbogen von 72 Fuß Sehne gebaut werden ſollen, eben ſo ſchwierig auszuführen ſein können, als die vorhin gedachten Bogen von 150 Fuß Weite, da der Halbmeſſer dieſer kleinern Bogen 111 Fuß lang ſein ſoll, alſo wenig von dem der obern Theile der angeführten großen Bogen verſchieden ſein wird.

Erwägt man ferner, daß die Bogen der Brücke bei Neuilli 120 Fuß weit ſind, und der Halbmeſſer der obern Theile derſelben 244 Fuß lang iſt, ſo wird man ſich überzeugen, daß dieſe Bogen weit kühner und ſchwieriger auszuführen geweſen ſind, als irgend eines der gedachten 150 Fuß weiten Gewölbe, da übrigens die zwiſchen den obern Enden der Ochſenhörner bei 33 Fuß Sehne nur 6 Zoll 9 Linien hoch, alſo nur wenig von ſcheidrechten Gewölben unterſchieden ſind.

Ende des erſten Theils.

Digitized by Google

Druckfehler und Verbesserungen.

Seite 4 Zeile 1 u. 2. v. o. ist zu bemerken, daß Taf. 1. in der Uebersetzung weggelassen worden.
— 4 Zeile 17 v. o. statt: dem Mittel- und Landpfeiler lies: den Mittel- und Landpfeilern.
— 6 Zeile 23 v. o. st. Denn l. Davon.
— 7 — 3 v. o. st. Was die l. Wegen der.
— 7 — 5 v. o. ist betrifft, so zu streichen.
— 8 — 18 v. o. st. ein Fuß l. auf einen Fuß.
— 9 — 14 v. u. st. jeden 2 l. je zweien.
— 11 — 4 v. o. st. einen l. einem.
— 11 — 18 v. u. st. ein l. einem.
— 12 — 13 v. o. st. dem l. den.
— 15 — 6 v. o. st. dem l. den.
— 17 — 4 v. u. st. dick l. steif.
— 17 — 2 v. u. st. derselben l. desselben.
— 19 — 11 v. u. st. Zoll l. Linien.
— 23 — 3 v. u. st. Pfähle l. Pfähten.
— 28 — 2 v. u. st. bis l. und.
— 29 — 13 v. o. st. dem Stirnpfeiler lies den Stirnpfeilern.
— 29 Zeile 20 v. u. st. dem Stirnpfeiler lies den Stirnpfeilern.
— 31 Zeile 14 v. u. lies: den Arbeitsplätzen.
— 32 — 4 v. u. st. hölzernem l. hölzernen.
— 33 — 7 v. o. st. Bänder l. Bändern.
— 33 — 8 v. o. st. Spannriegel l. Spannriegeln.
— 34 Zeile 16 v. o. st. andere l. anderen.
— 34 — 24 v. o. ist nach „großen Bogen als den" einzuschalten: vor den.
— 35 — 21 v. u. st. Gewölbsteine l. Gewölbsteinen.
— 39 Zeile 17 v. o. st. Der l. Das.

Seite 59 Zeile 11 v. u. st. den lies dem.
— 64 — 8 v. u. st. reichen l. reichten.
— 70 — 8 v. u. st. die Stirnpfeiler l. den Stirnfeilern.
— 72 Zeile 13 v. u. st. den l. die Stirnpf.
— 85 — 8 v. u. st. der l. die, und nach Riegelhölzer ein Comma.
— 90 Zeile 8 v. u. st. unten l. oben.
— 96 — 1 v. u. st. würde, würde l. würde, und.
— 128 — 1 v. o. st. mehrere l. mehr.
— 128 — 3 v. u. st. verschränkt l. verkämmt.
— 132 — 9 v. u. st. mit l. aus.
— 140 — 7 v. o. st. der vierte l. den vierten.
— 146 — 4 v. o. st. den l. dem.
— 150 — 3 v. u. st. innern in die l. in die innere.
— 175 Zeile 10 v. o. st. sollte l. sollten.
— 189 — 16 v. o. st. den l. dem.
— 191 — 4 v. u. st. und l. die.
— 217 — 11 v. o. nach „Straße" fehlt: abgebrochenen Häusern.
— 231 Zeile 17 v. o. st Seile l. Ruthen.
— 239 bis 256 muß die Ueberschrift heißen: Brücke Ludwigs XVI.
— 242 Zeile 19 v. u. st. welchen l. welche.
— 242 — 10 v. u. st. darüber l. darunter.
— 246 — 11 v. o. st. Theile l. Theils.
— 249 — 1 v. o. st. werden l. wird.
— 270 — 13 v. o. st. Mauer l. Mauern.
— 270 — 7 v. u. st. diese und die l. diesen und den.
— 277 Zeile 17 v. o. st. 4 bis 5 l. 5 bis 6.

Digitized by Google

Beſchreibung

der Entwürfe

des Burgundiſchen Kanals

und der Waſſerleitung von der Yvette und Bievre nach Paris,

ſo wie mehrere einzelne Abhandlungen.

Digitized by Google

Beſchreibung des Burgundiſchen Kanals.

Es iſt bekannt, wie wichtig und nützlich der Schifffahrts-Kanal in Languedoc iſt, welcher, ohngefähr 51 Lieues zu 2400 Toiſen lang, unter der Regierung Ludwigs XIV. von Herrn ꝛc. Riquet ſo dauerhaft und ſelbſt ſo prächtig, als ein ſolches Werk nur ſein kann, angelegt worden iſt. Allein da dieſer Kanal an einem Ende des Königreichs liegt, ſo gewährt er nicht ſo viele Vortheile, als ſich von dem Burgundiſchen Kanal erwarten laſſen, welcher, ohne länger zu ſein, ebenfalls eine Verbindung zwiſchen beiden Meeren verſchaffen, dabei mitten durch Frankreich gehen, und ſich an einem Ende mit der Saone und Rhone, und auf dem andern mit der Yonne und der Seine vereinigen wird. Durch dieſen Kanal würde, auf ohngefähr 200 Lieues Entfernung, ein blühender und ſicherer Handel zwiſchen Marſeille, Lyon, Dijon, Paris und Rouen entſtehen, und die Gefahr vermieden, in Kriegszeiten und bei Stürmen, von der Mündung der Garonne bis zu der der Seine, ohngefähr 250 Lieues weit, über das Meer und durch den ſogenannten Kanal zu fahren.

Zu dieſen Vortheilen kommt noch der, daß der Burgundiſche Kanal, von der Gegend von St. Jean-de-Löne ab, mit dem 3 Lieues weit entfernten Doubs verbunden werden kann, wie im Jahre 1765 von dem Ingenieur und Fortifications-Director zu Marſeille, Herrn de la Chyche, und zuletzt von dem Brücken- und Wege-Ingenieur in der Franche-Comté, Herrn Bertrand, in dem Entwurfe, welchen derſelbe im Jahre 1777 zu Beſançon hat drucken laſſen, und worin er auf die Fortſetzung der Doubs-Schifffahrt durch die Yſſel und den Rhein bis nach Holland und die nördlichen Meere aufmerkſam macht, vorgeſchlagen worden iſt.

Eben ſo kann eine ähnliche Verbindung durch den Arroux, welcher bei Autun vorbeigeht, mit der Loire von Pouilly bis Digoin, auf 30 Lieues weit, eröffnet werden, und es hat auch eine Geſellſchaft darauf angetragen, daß ihr die Ausführung des Theils dieſes Kanals zwiſchen Autun und Digoin, von 13 Lieues Länge, übertragen werde.

Digitized by Google

Es iſt leicht einzuſehen, wie ſchätzbar und nützlich ſolche Kanäle durch mehrere der reichſten Provinzen des Königreichs, welche viel Holz, Korn, Wein und andre Bedürfniſſe und Lebensmittel (wovon mehrere, z. B. Holz und Wein, an Ort und Stelle wenig Werth haben) hervorbringen, der Hauptſtadt und den übrigen Theilen des Königreichs werden würden, die vermittelſt derſelben mit geringen Koſten verſorgt werden könnten. Auf dieſen Kanälen könnten auch Truppen und Geſchütz fortgeſchafft werden. Unter der Regierung Ludwigs XII. um das Jahr 1515 hat man ſich mit dieſem Entwurfe beſchäftigt, und im Jahre 1607 iſt Heinrich dem Vierten vorgeſchlagen worden, dieſen Kanal ausführen zu laſſen. Ludwig XV., welchen der verſtorbene Herzog und Gouverneur von Burgund von dem Nutzen deſſelben ganz überzeugt hatte, hat ſich näher damit beſchäftigt. Der Miniſter und Staats-Secretär Bertin, dem über die verſchiedenen vorhandenen Entwürfe zur Anlegung des Burgundiſchen Kanals Bericht erſtattet worden war, gab mir den Auftrag, gemeinſchaftlich mit dem Brücken- und Wege-Ingenieur, Hrn. Chezy, der zugleich die Aufſicht über das Stadtpflaſter zu Paris führte, im Staats-Secretariat die über dieſe Entwürfe vorhandenen Papiere einzuſehen, dieſelben an Ort und Stelle durchzugehen und zu prüfen, die erforderlichen Arbeiten in Bezug auf den, welcher uns den Vorzug zu verdienen ſchiene, vorzunehmen, und uns genau von der Burgundiſchen Schifffahrt zu unterrichten.

Wir reiſten zu dieſem Ende am 24ſten October 1764, mit einem von dem gedachten Miniſter im Namen des Königs ausgefertigten Schreiben, an die oberſte verwaltende Behörde, und einem andern an den damaligen Intendanten der gedachten Provinz, Herrn Amelot, ab. Der Verfaſſer glaubt nichts Beſſeres thun zu können, als hier die Abhandlung mitzutheilen, welche die dem Herrn ꝛc. Bertin gemachten Bemerkungen enthält, obgleich dieſelbe größtentheils in einem erſt neuerlich herausgekommenen Werke über die Schifffahrts-Kanäle abgedruckt iſt. Man findet in dieſer Abhandlung die Gründe, welche uns beſtimmt haben, den von dem verſtorbenen König angenommenen Entwurf zu wählen, woran ſeit 1775 auf beinahe 10 Lieues in dem Theile zwiſchen dem Dorfe la Roche und Tonnerre gearbeitet worden. Dieſer Theil ſoll, ſobald er fertig iſt, zur Schifffahrt gebraucht werden, indem er durch einen Graben, deſſen Einmündung in Tonnerre liegen ſoll, aus dem Armanſon geſpeiſt werden wird, wozu dann noch mehrere Bäche in der Gegend des untern Stücks des Kanals kommen, durch welche nun die Armance, der Theil bei Brinon-l'Archevêque und St. Florentin ebenfalls gangbar gemacht werden kann.

Digitized by Google

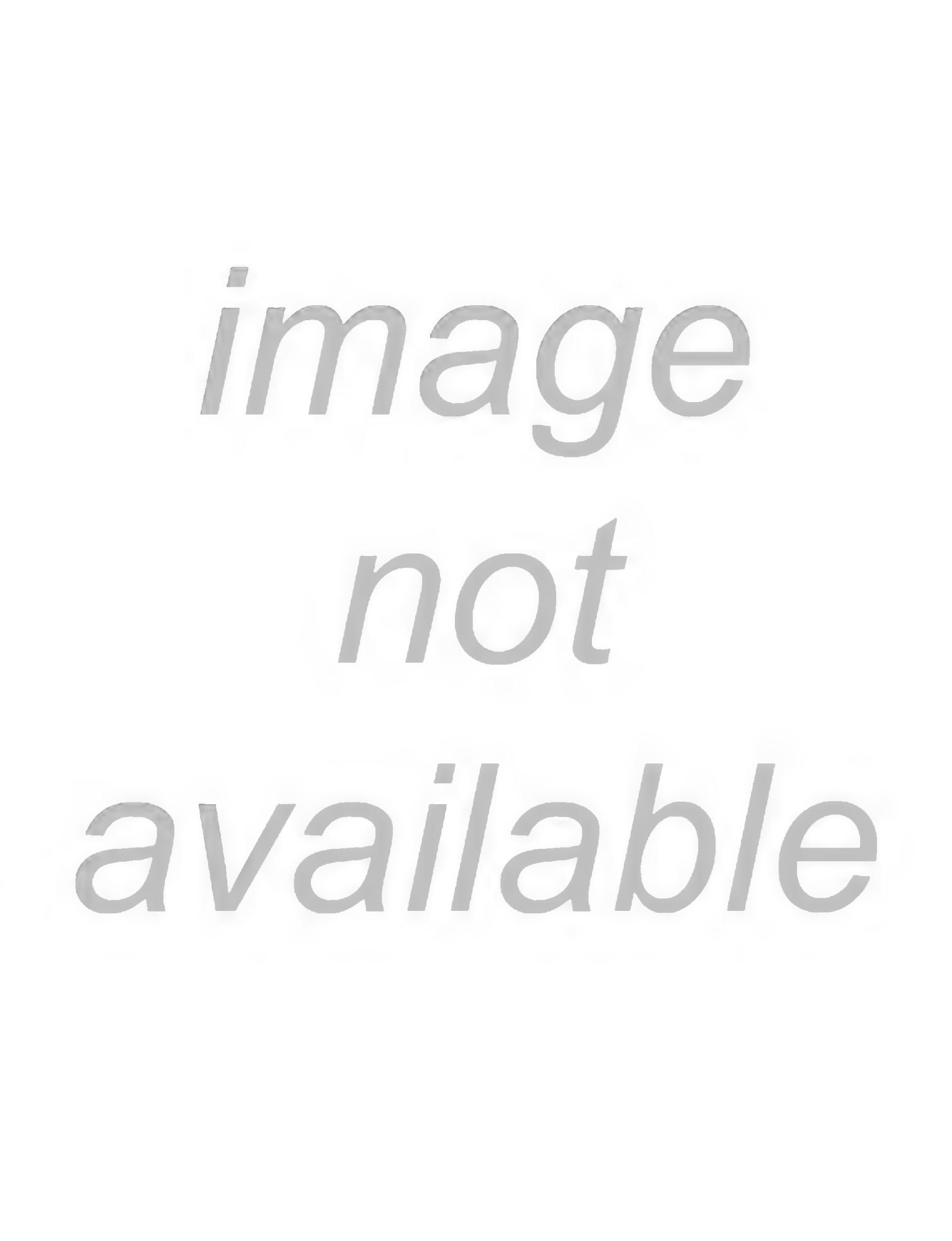


image
not
available

führung jedes derſelben eine Verbindung zwiſchen beiden Meeren über Paris und Lyon erhalten werden kann, nämlich die der Herren Abeille und Thomaſſin, welche, wie man behauptet, ſchon lange vorher von andern Baumeiſtern vorgeſchlagen worden ſind.

Herrn ꝛc. Abeille's Entwurf.

Nach dieſem *) ſoll man von Paris aus die Seine, die Yonne und den Armanſon heraufgehen. Die beiden letztern Flüſſe ſind bis Brinon ſchiffbar **). Dann ſollte die Schifffahrt im Armanſon über St. Florentin, Tonnerre, bis nach und über Montbar hinauf gehen, wo man aus dem Fluſſe heraus in das Brenne-Thal bei Pouillenay gehen wollte. Der Vertheilungspunkt ſollte hernach bei Pouilly 6580 Toiſen lang, vermittelſt eines, an der höchſten Stelle, in der Gegend von Pouilly 81 Fuß tiefen, zu beiden Seiten auf 1890 Toiſen ganze Länge auslaufenden Durchſtichs gebildet werden. Darauf ſollte der Kanal bei der Ouche-Brücke in das Ouche-Thal, und darin bis nach Dijon gehen. Hierauf ſollte dieſer Fluß links liegen bleiben, und nach dem Bietre-Bach, und dann in des letztern Richtung bis nach St. Jean-de-Löne an der Saône fort gegangen werden, wobei die ganze Länge des Kanals von Brinon an 51 Lieues zu 2400 Toiſen betragen würde.

Nachdem dieſer Vorſchlag vom Herrn ꝛc. Gabriel geprüft worden war, ſo ergab ſich aus dem von ihm deshalb am 27ſten Julius 1727 aufgenommenen Protokoll, daß im Vertheilungspunkte zur Unterhaltung einer blühenden Schifffahrt Waſſer genug vorhanden ſei, daß Hrn. ꝛc. Abeille's Entwurf ausführbar ſei, und daß ſich dabei kein Hinderniß finde, welches durch die Kunſt nicht leicht überſtiegen werden könnte. Dieſer Baumeiſter hat vorgeſchlagen, den Schleuſen, anſtatt 12 Fuß, nur 8 Fuß Gefälle zu geben, und deshalb in allem 189 anzulegen. Er hat auch einen Anſchlag angefertigt, welcher ſich für den ganzen Kanal auf 10,808376 Livres beläuft, anſtatt daß der des Hrn. ꝛc. Abeille nur 8,165417 Livres betrug ***).

Die Möglichkeit der Anlegung eines Kanals hängt vorzüglich von der Wahl ſeines Vertheilungspunkts und von der Waſſermenge, welche darin zur hinlänglichen Speiſung

*) Gleiche Vorſchläge haben Hr. Bernard im Encyklopädiſchen Wörterbuche, in ſeiner Abhandlung über die Verbindung der beiden Meere, und Hr. de la Loge auf Chatellenaux bei Pouilly, gemacht.

**) Man hat nachmals eingeſehen, daß, wenn der Kanal zu allen Zeiten ſchiffbar ſein ſoll, derſelbe ſchon von der Yonne bei dem Dorfe la Roche abgehen müſſe.

***) Nach Hrn. ꝛc. Thomaſſin's Angabe betragen ſämmtliche Koſten 19,263882 Livres.

Digitized by Google

deſſelben für die darauf zu erwartende Schifffahrt zuſammengebracht werden kann, ab. Die desfallſige wichtige Unterſuchung iſt von Hrn. Chezy, welchen Hr. Trudaine im Jahre 1752 an Ort und Stelle geſchickt hatte, mit der größten Sorgfalt angeſtellt worden, indem dieſer faſt ein ganzes Jahr lang ſich dort aufgehalten hatte, um die erforderlichen Nivellements und ſonſtigen Arbeiten zu vollenden.

Aus ſeinem im December 1753 angefertigten Aufſatze iſt erſichtlich, daß in den 6 Monaten, in welchen der wenigſte Regen fällt, die Waſſermenge, die blos durch Quellen geſchafft wird, 1449 Zoll *) beträgt, und in den 6 übrigen Monaten 6614 Zoll, womit jährlich 5000 Schiffe, wovon der vierte Theil unbefrachtet iſt, durchgeſchleuſt werden können. Mehr Schiffe gehen aber nicht durch den Loing-Kanal, in welchem ſich der Briare'ſche und der Orleans'ſche vereinigen, auf denen die Schifffahrt im beſten Gange iſt.

Außer dieſen Quellwaſſern könnten noch Teiche und Behälter für Regenwaſſer angelegt werden. Herr Gabriel hat darüber eine Berechnung angeſtellt, nach welcher 245574 Cubiktoiſen geſammelt werden können. Dies Hülfsmittel könnte im Fall der Noth noch bedeutend ausgedehnt werden, wenn die Straßendämme erhöhet, oder noch mehr Teiche in andern Schluften angelegt würden, ſo daß hierdurch, zuſammengenommen, mit den Quellwaſſern, welche in den Vertheilungspunkt geleitet werden können, ganz gewiß ſo viel Waſſer geſammelt werden kann, daß es daran zu keiner Zeit fehlen wird. Nach Herrn Abeille's Entwurf liegt der Vertheilungspunkt 890 Fuß über der Yonne und 75994 Toiſen von derſelben entfernt, und 674 Fuß über der Saône, 39989 Toiſen von derſelben.

Vermittelſt eines im Jahre 1752, lediglich des fraglichen Zwecks wegen, bei Pouilly ausgegrabenen 40 Fuß tiefen Schachtes iſt ausgemittelt worden, daß der Vertheilungspunkt in unausgebildetem Schiefer, mit waagerechten Schichten und Adern, nach allen Richtungen ausgegraben werden müſſe. Dieſer Boden hält keinen Froſt aus, und wird wie Thon durch den Regen aufgelöſt. Aus dieſem Grunde würde es nicht vorſichtig gehandelt ſein, hier 81 Fuß tief auszugraben, wie Hr. ꝛc. Abeille vorgeſchlagen hat, obgleich dies unter andern Umſtänden ſehr gut gethan ſein würde; vielmehr halten wir dafür, daß nur zwiſchen 40 und 50 Fuß tief gegraben werden müſſe. Erſt dann'

*) Ein Waſſerzoll giebt in 24 Stunden 72 Muids zu 8 Pariſer Cubikfuß, alſo in einer Secunde $\frac{1}{150}$ Cubikfuß = 11,52 Cubikzoll. Anm. d. Ueb.

wenn dieſe Tiefe von 40 bis 50 Fuß erreicht worden ſein wird, und von da aus bis auf die ganze Tiefe von 81 Fuß Schachte ausgegraben ſein werden, um den Boden kennen zu lernen, kann man hierüber mit Gewißheit entſcheiden.

Die Rinnen zur Leitung der Quellen nach dem Vertheilungspunkte ſollten auf 100 Toiſen 6 Zoll Fall und darüber erhalten. Schon der dritte Theil dieſes Gefälles wird hinreichend ſein, wobei dieſe Rinnen an viel höhern Stellen in den Kanal geleitet werden können, wenn es nöthig ſein ſollte, den Vertheilungspunkt höher zu legen *).

Der Kanal muß im Vertheilungspunkte wenigſtens 3 Fuß tiefer, als in den übrigen Theilen ſein, damit er ſo viel Waſſervorrath faſſen könne, daß daraus das Bedürfniß für die Schifffahrt auf mehrere Tage zu beſtreiten iſt, um den Zuleitungsgräben, in welchen das Waſſer wenig Geſchwindigkeit hat, Zeit genug zu laſſen, den erſtern zu füllen. So wie daher der Vertheilungspunkt und der Kanal zwiſchen den beiden höchſten Schleuſen höher gelegt, und mithin kürzer wird, müſſen höher liegende Teiche und Waſſerbehälter in geringer Entfernung und ſo angelegt werden, daß zwiſchen denſelben und dieſem Theile des Kanals eine leichte Verbindung Statt findet.

Da die Lage des Vertheilungspunktes gut beſtimmt iſt, ſo bleibt nur noch übrig, die Stellen zu berückſichtigen, in welchen die Anlegung des Kanals mit Schwierigkeiten verbunden iſt.

Die Baubeamten, von welchen Hrn. Abeille's Entwurf beurtheilt worden, haben drei Stellen angeführt, welche ſie als ſehr ſchwierig anſehen.

Die erſte iſt bei Crugey an der Ouche, wo das Thal zuſammenläuft, und von harten, zum Theil ſteilen Felſen eingeſchloſſen iſt. Herr Abeille wollte den Kanal auf der rechten Seite oberhalb des Einganges zum Thal durchführen, aber da der Boden felſig und voller Adern iſt, ſo würde zu fürchten ſein, daß das Waſſer durchſiekern könnte, wie dies unter ähnlichen Umſtänden nur zu häufig der Fall iſt. Darum würde es beſſer ſein, das Waſſer durch dies ganze Thal von ohngefähr einer halben Lieue Länge und geringem Fall zu ſtauen, und die Schifffahrt durch daſſelbe gehen zu laſſen **). Bei der Schlußmauer müßten dann Schleuſen im Felſen angelegt, und die

*) Der Zuleitungs-Graben bei St. Privé, durch welchen der Vertheilungspunkt des Briariſchen Kanals geſpeiſt wird, hat auf 10000 Toiſen nur 5 Fuß; der bei Courpalet, welcher zum Orleansſchen Kanal gehört, nach Hrn. von Regemorte's des jüngern Behauptung, auf 15000 Toiſen Länge nur 4 Fuß Gefälle.

**) Hr. v. Regemorte der ältere äußert in ſeinem im Jahre 1751 erſtatteten Berichte dieſelbe Meinung.

die erſte derſelben mit Noththoren verſehen werden, um das Waſſer beim Steigen zurückzuhalten, und zum Ablaſſen deſſelben müßte ein großes Ueberfallwehr angelegt werden.

Die zweite liegt nahe bei und gegen der Bruard-Mühle über, welche ebenfalls an der Ouche eine Viertellieue unterhalb Plombière liegt. Hier den Kanal durchzuführen, iſt deshalb ſchwer, weil von dem Fluſſe und den Mühlgebäuden bis zum Fuße des Abhanges nur wenig Raum iſt; aber das Thal iſt breit, und der Kanal kann in das jetzige Flußbette geleitet, und die Mühle abgebrochen werden *). Den Fluß könnte man dann auf die andre Seite des Kanals führen, was keine Schwierigkeit haben würde.

Die dritte und letzte Stelle iſt die 7 Lieues lange Ebene jenſeit Dijon bis nach St. Jean-de-Lône. Man behauptet, daß der Boden hier ſehr kieshaltig ſei, und fürchtet, daß das Kanalwaſſer ſich in denſelben einziehen könne, weshalb vor Kurzem vorgeſchlagen worden **), dieſen Theil des Kanals auf Chovort bei Verdun an der Saône zu, durch das Thal des Muzin zu führen, und ſich zu Argilly unterhalb Nuits wieder an dieſen Fluß anzuſchließen. Zugleich wird es als vortheilhaft dargeſtellt, den Kanal zu Chovort, wo der Doubs in die Saône fällt, ausmünden zu laſſen, indem hier mehr Waſſer für die Schifffahrt iſt, als im obern Theile, bis nach dem zu Lande 6 Lieues von Chovort entfernten St. Jean-de-Lône.

Die vorgeſchlagene Richtung des Kanals über Chovort hätte wirklich die hier vorangeführten Vorzüge, und ſie würde zu wählen ſein, obgleich dadurch der Kanal 9000 Toiſen länger würde, als über St. Jean-de-Lône; allein bei örtlicher Unterſuchung hat ſich gefunden, daß zwiſchen Dijon und dem Muzin-Thal eine ohngefähr vier Lieues lange Stelle iſt, durch welche der Kanal wegen der vielen Anhöhen und Thäler nicht geführt werden kann.

Nach dem Entwurfe ſoll, um den zu kieſigen Boden zu vermeiden, der Kanal ſich rechts von der Ouche entfernen, und längs dem Bietre-Bach geführt werden.

---

*) Dieſe Mühle hat 3 Räder, wovon 2 eine Papier-, und eins eine Walk-Mühle treiben. Der Angabe nach hat alles zuſammen 10800 Livres gekoſtet.

**) von Hrn. Dumoret, in ſeiner von der Akademie zu Dijon im Jahre 1763 gekrönten Preisſchrift. — Herr Thomaſſin erwähnt S. 76. ſeiner im Jahre 1733 erſchienenen Abhandlung eines ähnlichen Entwurfs zu einem Kanal von Dijon nach dem Chovortſchen Hafen, der ſchon vor ſeiner Zeit gemacht worden.

Der Boden bleibt aber dennoch auf 3½ Lieues Länge bis nach Aiſeray kieſig; indeſſen liegt der Kies ſehr feſt, und enthält in den Zwiſchenräumen feinen Sand und erdige Theile, welche das Waſſer nicht durchlaſſen werden. Auf dem Kieſe liegt übrigens eine 12 bis 18 Zoll hohe Lage gute Erde, welche nöthigenfalls zu einem Lehmſchlage, um das Kanalwaſſer zuſammenzuhalten, benutzt werden könnte. Die Erfahrung hat übrigens gelehrt, daß das Waſſer, wenn es einige Jahre durch ſolchen Boden geſickert hat, in demſelben einen erdigen Satz zurücklaſſe, der die Oeffnungen verſtopft, und das fernere Durchſickern verhindert. Auch darf man nicht glauben, daß dieſer Waſſerverluſt der Schifffahrt in den erſten Jahren ſehr nachtheilig werden könne, wenn derſelbe (wie in dem vorliegenden Falle) nicht weit von einem Ende des Kanals Statt findet, da es ſehr leicht iſt, ſolchen aus dem Fluſſe zu erſetzen, der von ſeiner Quelle abwärts immer ſtärker wird.

Jenſeit Aiſeray fällt der Sand tiefer unter die Oberfläche, wird auch erdiger und beſſer geeignet, das Waſſer zuſammenzuhalten.

Es wird gut ſein, nach Hrn. Abeille's Vorſchlage den Kanal in den Stadtgraben von St. Jean-de-Löne zu leiten, und unterhalb dieſer Stadt in die Saône ausmünden zu laſſen; allein da die Wieſe vor der Stadt, welche auf etwa 300 Toiſen Länge durchſchnitten werden muß, bei Anſchwellungen der Saône 5 bis 6 Fuß tief unter Waſſer kommt, ſo muß der Kanal auf beiden Seiten mit Deichen, welche über den höchſten Waſſerſtand reichen, verſehen, auch vor der erſten Schleuſe an der Saône ein Noththor angelegt werden, um dies Waſſer abzuhalten.

Wenn der Kanal auf dieſe Weiſe nach St. Jean-de-Löne geführt wird, ſo iſt damit der vorerwähnte unvermeidliche Nachtheil verbunden, auf 6 Lieues Länge nach Lyon hinunter, bis zur Ausmündung des Doubs, nur wenig Waſſer zur Schifffahrt zu haben. An manchen Stellen iſt daſſelbe, ausgenommen wenn es regnet, alle Jahre 4 Monate hindurch nur 18 Zoll tief, und man kann dann in die tannenen Fahrzeuge von 60 Fuß Länge und 15 Fuß Breite, welche leer nur 6 Zoll tief im Waſſer gehen, nicht mehr als 40 bis 50 Tauſend Pfund, zuweilen auch nicht einmahl ſo viel, laden.

Hierbei muß angeführt werden, daß die Schifffahrt auf Kanälen gewöhnlich mehrere Monate im Jahre, wenn das Waſſer klein iſt, unterbrochen wird, um jene und die Schleuſen zu reinigen und auszubeſſern. Dieſe Unterbrechung findet auf dem Briare- und dem Loing-Kanal ſogar jährlich während der 4 Monate vor Allerheiligen

(1. Nov.) Statt, und in dieſer Jahreszeit ſind die Seine und die Yonne am andern Ende des Kanals auch wenig ſchiffbar. Daher würde die Unterbrechung der Schifffahrt doch dem Handel mit ſchwer fortzubringenden Waaren, die man gewöhnlich auf den Kanälen kommen läßt, nicht viel ſchaden, da die Kaufleute ſich doch ſo einrichten, daß ſie ihre Waaren anfahren laſſen, wenn das Waſſer anfängt zu wachſen.

Auch bei ſehr niedrigem Waſſer könnte man doch in dringenden Fällen mit halber oder Viertelsladung fahren, was immer noch vortheilhafter ſein würde, als Fuhrleute anzunehmen. Wäre man beim Kanal angekommen, ſo könnte man immer die Ladung von mehrern Schiffen in Eines bringen, ſo daß die Schifffahrt nicht unterbrochen würde.

Hierzu kommt, daß die Saône zwiſchen St. Jean = de = Lône und der Einmündung des Doubs nur 8 oder 10 flache Stellen hat, wo der Boden ſandig iſt, und das Waſſer ohne große Koſten durch niedrige ſchräg liegende Buhnen von kleinen Pfählen, und Flechtwerk, oder durch andre ähnliche Mittel, eingeſchränkt und gezwungen werden kann, ſein Bette zu vertiefen.

Außerdem wird es deshalb vortheilhaft ſein, den Kanal nach St. Jean = de = Lône zu führen, um den Handel mit dem Theile der Franche = Comté an der Saône zu erleichtern. Die dieſen Fluß herunterfahrenden Gefäße müßten einen Umweg von 8 Lieues machen, wenn ſie über Chovort nach Dijon fahren müßten.

Was den Theil der Saône unterhalb Verdun bis nach Lyon betrifft, ſo iſt derſelbe zu allen Zeiten hinlänglich ſchiffbar, ausgenommen über einigen Sandbänken vor den Einmündungen der hier einfallenden Flüſſe, über welche ſich die Schiffer bei kleinem Waſſer beſchweren; allein hier kann doch noch immer mit verminderter Ladung gefahren werden. Die Poſtſchiffe zwiſchen Lyon und St. Jean = de = Lône und Auxonne gehen ununterbrochen, ausgenommen wenn der Fluß mit Eis bedeckt iſt, was jährlich gewöhnlich 14 Tage dauern kann.

Wir kommen wieder auf die Stellen zurück, auf welchen die Anlegung des Kanals ſchwierig ſein kann. Die, von der dies vorzüglich gilt, von der aber Hr. Abeille nichts erwähnt hat, liegt längs dem Armanſon, von der Yonne hinauf bis zur St. Martinsmühle jenſeits Tonnerre, und iſt 10 Lieues lang. Der Boden beſteht hier zuvörderſt aus einer, einen höchſtens zwei Fuß ſtarken Lage leichter, zum Theil ſteiniger Erde; ferner aus einer 4, 5 und 6 Fuß ſtarken Lage groben Kieſes und kalkartiger Flußſteine, welche der Armanſon fortgewälzt und hier abgeſetzt hat. Dieſe

Flußſteine liegen vorzüglich zwiſchen Esnon und der Parcey'ſchen Mühle auf 6 Lieues Länge, über einer Art aufgelöſten thonhaltigen Schiefers, der ohngefähr von derſelben Beſchaffenheit zu ſein ſcheint, als der vorher beſchriebene Boden bei Pouilly.

Dieſer Kiesboden hält das Waſſer bei weitem ſchlechter, als der in der Ebene jenſeits Diſon, wovon vorhin die Rede geweſen. Es wäre zu viel gewagt, den Kanal auf dieſer Kieslage anzulegen, bevor nicht Verſuche im Großen darüber angeſtellt worden ſind, ob das Waſſer des Armanſon, welcher in dieſer Gegend ſehr reichhaltig iſt, hinreichend ſein würde, um den Verluſt durch das Durchſickern in den erſten Jahren zu erſetzen, ohne der Schifffahrt nachtheilig zu werden.

Es werden ſich Stellen finden, wo der Kanal vermittelſt einer ſenkrechten Wand in der Mitte der Aufwürfe nur von der oberſten Erdlage, welche an manchen Orten dazu ſtark und fett genug iſt, angelegt, und andre ziemlich bedeutende Strecken, wo derſelbe durch einen beſſern, wenig über dem Fluſſe liegenden Boden geführt werden kann. Was die übrigen höhern Stellen betrifft, wo das Durchſickern nicht zu verhüten iſt, ſo würde es am beſten ſein, den Kanal in den Fluß ſelbſt zu legen. Das Waſſer wäre daſelbſt durch Schleuſen von nur 4 bis 5 Fuß Gefälle waagerecht zu erhalten, welche zur Seite, außerhalb des Fluſſes ſelbſt, am Ende eines ohngefähr 100 Toiſen langen Kanals, deſſen Einmündung etwas oberhalb des Ueberfallwehrs läge, angebracht würden. Die Höhe eines ſolchen Ueberfallwehrs über dem Schleuſenboden würde zu 3 Fuß anzunehmen ſein, und daſſelbe müßte dann zugleich lang genug werden, damit das Waſſer bei Anſchwellungen darüber abfließen könne, wobei zu bemerken iſt, daß bei großem Waſſer daſſelbe gewöhnlich über den jetzigen Mühlwehren 4 bis 5 Fuß hoch, und unter denſelben 8 bis 9 Fuß hoch ſteht. Auch müßte man die Schleuſe mit Noththoren verſehen, um das große Waſſer vom Kanale abzuhalten. Außerdem müßte auf der einen Seite des Fluſſes, 3 Fuß über dem hohen Waſſerſtande, nach dem Abhange zu, ein Leinpfad angelegt werden, und auf der andern Seite ein Deich von gleicher Höhe, bis zu der Stelle, wo der durch den Ueberfall geſtauete Waſſerſpiegel den gewachſenen Boden des Thals jenſeit der Wieſe, über die das große Waſſer jederzeit muß gehen können, ſchneidet. Auch müßte, bei dem Ueberfalle und hinter dem Deiche, dem Waſſer, welches ſich am letztern Orte ſammeln könnte, ein Abzug verſchafft werden. Endlich wären neben jedem Ueberfalle, zur Seite jedes Schleuſengrabens, Grundſchütze zur Abführung des Kieſes und zur Reinigung des Fluſſes anzulegen. Die Schleuſen könnten übrigens auf dem Thon-

Digitized by Google

ſchiefer, von dem vorher die Rede geweſen, da wo ſich dergleichen findet, gegründet werden.

Ließe man ſo den Kanal durch einen Theil des Flusſes gehen, ſo könnte man die Erbauung eines Brück-Kanals, welchen Hr. Abeille über die Armanſe ohnfern St. Florentin vorgeſchlagen, vermeiden, ohne daß die Schifffahrt zu irgend einer Zeit unterbrochen würde. Es iſt nicht anzunehmen, daß hohe Waſſerſtände hierbei ſchädlich werden können. In allen Fällen dauern dieſe in dem fraglichen Fluſſe nur kurze Zeit, und die Schifffahrt wird ja, ſelbſt in einem großen Fluſſe, ſo lange unterbrochen, als er aus ſeinen Ufern tritt.

Auf dem Armanſon und der Armanſe wird Holz geflößt. Mit Hülfe des neuen Kanals kann dies Holz zu St. Florentin und weiter oben eingebunden werden, wie jetzt zu Brinon geſchieht. Auch kann dies Holz in Schiffen nach Paris geſchafft werden, wobei die Holzhändler Vortheil haben, indem ſolches Holz beſſer heißt, als Floßholz.

Unabhängig von den vorher erwähnten ſchwierigen Stellen, finden ſich noch häufig genug andere dergleichen, wo der Armanſon, die Brenne und die Ouche zu nahe an den Abhängen vorbei fließen, als daß es möglich wäre, den Kanal auf derſelben Seite anzulegen. In ſolchen Fällen müſſen die Flüſſe verlegt, und der Kanal in die alten Betten gelegt werden, wenn es nicht beſſer und wohlfeiler iſt, mit oder ohne Brück-Kanal über den Fluß zu gehen, und den Kanal auf das andre Ufer zu bringen. Aber unter allen Umſtänden müſſen die Kanäle in einer gewiſſen Entfernung von den Flüſſen und hoch genug angelegt werden, damit das Waſſer beim Steigen nicht hineintreten und etwas beſchädigen könne.

Alle vorangeführte Hinderniſſe ſind von der Art, daß ſie gehoben werden können. Außerdem ſind keine bemerkt worden, welche die Ausführung des Kanals, nach Hrn. Abeille's Entwurf, hindern könnten, wobei jedoch alle vorgeſchlagene Abänderungen getroffen werden müſſen.

Die topographiſche Karte vom Laufe des Kanals und deſſen Umgebungen, welche von Hrn. Abeille aufgenommen worden, hat uns genau gearbeitet geſchienen, obgleich ſie nicht genug ins Einzelne geht. Wir haben unter den Verhandlungen über den Burgundiſchen Kanal kein Nivellement gefunden, welches Hr. Abeille auch angefertigt

Digitized by Google

haben muß. Seine Anſchläge ſind zu allgemein, als daß ſie bei der Ausführung eines ſolchen Baues zum Leitfaden dienen könnten. Der Preis der Schleuſen-Quadern iſt mit dem des Mauerwerks zuſammengeworfen; die Zimmerarbeit zu den Roſten und Boden iſt ganz vergeſſen. Die Schleuſen ſind alle von einerlei Bauart; indeſſen müſſen dieſelben anders auf Felſen, feſtem Boden und Kies, als auf gewöhnlichem Boden, beſchaffen ſein. Die Preiſe der Erdarbeiten müſſen auch nach der Beſchaffenheit des Bodens und der Weite der Ab- und Anfuhre verſchieden ſein. Alle dieſe Dinge ſind nicht aus einander geſetzt. Wahrſcheinlich hat Hr. Abeille von ſeinem Entwurfe nur eine kurze Ueberſicht geben wollen.

Nicht weniger Lob verdient derſelbe über die ganze Art und Weiſe, nach welcher er den Entwurf aufgefaßt hat, und hauptſächlich darüber, daß er durch das Brenne-Thal gehen will, um nicht dem Laufe des Armanſon über Semur folgen zu müſſen, wo ſich Granitfelſen befinden, die es ſehr theuer, wo nicht unmöglich gemacht haben würden, den Kanal durch dies Thal zu führen.

Nach unſerer Meinung muß der Kanal 30 Fuß untere und 60 Fuß obere Breite erhalten, die Leinpfade auf beiden Seiten 18 Fuß Kronenbreite und 2füßige Böſchung nach dem Kanale zu, und 1½füßige auf der andern Seite; ferner muß in allen den Stellen, wo das Erdreich das Waſſer durchläßt, in die Mitte jedes Aufwurfs eine 4 Fuß ſtarke Wand von Thon oder guter Erde, bis auf guten Boden, wenigſtens etliche Fuß unter der Sohle des Grabens, eingebracht werden, und das Waſſer im Kanale 5 Fuß tief ſein; auch müſſen Nebengraben auf den Seiten nach den Anhöhen zu angelegt, und den Schleuſen 16 Fuß Breite und 16 Toiſen Länge zwiſchen den Thoren gegeben werden, damit durch jede immer nur ein höchſtens 15 Fuß breites, 16 Toiſen langes Schiff gehen könne, und jede Schleuſe muß auf beiden Seiten des Vertheilungspunkts 8 Fuß Gefälle erhalten, bis Waſſer aus Flüſſen in den Kanal geleitet werden kann. Dann kann das Gefälle 10 Fuß, auch 12 Fuß betragen, je nachdem die Oertlichkeit es erfordert und die aus den Flüſſen zu erhalten mögliche Waſſermenge es erlaubt. Ausgenommen ſind jedoch hiervon die Schleuſen, welche in dem Theile des Kanals, der in den Armanſon fällt, angelegt werden, und, wie ſchon früher bemerkt, nur 4 bis 5 Fuß Gefälle erhalten ſollen. Gekuppelte Schleuſen werden übrigens gänzlich vermieden.

Digitized by Google

Herrn Merchand Deſpinaſſy's Entwurf.

Herr Merchand Deſpinaſſy hat ſich mit demſelben Entwurfe zu einem Kanal über Brinon, Pouilly, Dijon und St. Jean-de-Löne, von 1721 an, alſo einige Jahre früher, als Herr Abeille nach Burgund gekommen iſt, beſchäftigt. In den Verhandlungen der Stände dieſer Provinz haben wir die zu ſeinem Entwurfe gehörige Zeichnung geſehen. Der ganze Plan war unvollkommen, und ſchlecht aufgefaßt, und nur ſeit die Herren Abeille und Gabriel über eben dieſen Gegenſtand Arbeiten geliefert haben, die dem Hrn. Deſpinaſſy bekannt geworden ſind, hat derſelbe ſeinen gründlichen Entwurf eingereicht. Dieſer weicht von dem Abeille'ſchen nur in Nebenſachen ab, oder darin, daß manches etwas weitläuftiger aus einander geſetzt iſt, weshalb darüber hier nichts weiter angeführt werden ſoll.

Herrn de la Jonchere's Entwurf.

Im Jahre 1758 hatte Herr de la Jonchere, in einer gedruckten Abhandlung, einen dem vorigen ähnlichen Entwurf zu einem Kanale geliefert, der aber durch die Brenne und über Sonbernon gehen ſollte, wohin ſein Vertheilungspunkt zu liegen käme. Sonbernon liegt 400 Fuß höher, als Pouilly; es wären daher auf jeder Seite 50 Schleuſen, jede von 8 Fuß Gefälle, mehr nöthig geweſen, als zu dem Kanale über Pouilly. Auch ſollte der Kanal queer durch einen Felſen gehen. Die Waſſermenge der Quellen im Vertheilungspunkte war nur zu 50 Zoll angegeben. Dieſer Punkt lag zu hoch, als daß daſelbſt viel Regenwaſſer geſammelt werden könnte. Der Entwurf war in jeder Hinſicht ſehr ſchlecht überdacht, und verdient nicht, daß wir uns länger dabei aufhalten.

Drei andre Entwürfe.

Es wird nicht nöthig ſein, weiter etwas über drei andre Vorſchläge anzuführen, wovon der erſte 1699 von den Herren Sauvage, Vater und Sohn, gethan worden, und wonach die Ouche mit dem Armanſon durch den Suzon, die Oze und die Brenne verbunden, und der Vertheilungspunkt auf der Höhe des Suzon-Thals, dem ſogenannten Bis, angelegt werden ſoll, der zweite die Ouche mit der Quelle der Seine ebenfalls durch die Ouche und den Suzon verbinden will, der dritte aber die Ouche mit

Digitized by Google

der Oze; von welchen allen aber nicht mehr die Rede iſt, ſeit man die beſſere Richtung über Pouilly gefunden hat, indem man theils die Felſen vermeiden, theils die größere Waſſermenge benutzen will, die bei Pouilly zuſammengebracht werden kann.

Verbindung des Burgundiſchen Kanals mit der Loire durch das Arroux-Thal.

Herr Abeille hat auch vorgeſchlagen, einen Verbindungs-Kanal, vom Vertheilungspunkte des Burgundiſchen Kanals bei Pouilly bis zum Loirehafen bei Digoin, auf 30 Lieues Länge anzulegen, und hierbei dem Laufe des Arroux über Autun zu folgen.

Wir haben dieſe ganze Strecke nicht unterſucht. Es läßt ſich indeſſen annehmen, daß dieſer Arm auszuführen möglich, und der Gegend, welche er durchſchnitte, nützlich ſein würde; allein wir ſehen nicht ein, daß der allgemeine Handel des Königreichs von demſelben ſo viel Nutzen haben könnte, daß es gerathen wäre, ein ſo großes Werk zu unternehmen.

Herrn Thomaſſin's Entwurf.

Der von Hrn. Thomaſſin entworfene Kanal würde im Hafen bei Chovort, Verdun gegenüber, anfangen, dem Laufe der Dehune folgen, und bis zu den Longpendu'ſchen Teichen, wohin der Vertheilungspunkt zu liegen käme, ſteigen, von da wieder durch den Montchamin'ſchen Teich, das Bourbince-Thal, und einen Theil des Arroux-Thals, bis zum Digoin'ſchen Hafen an der Loire fallen, und 26 Lieues lang werden. Dieſer Vertheilungspunkt läge 433 (403?) Fuß höher, als die Saône *); das Gefälle von St. Jean-de-Löne bis nach Chovort kann auf 19000 Toiſen Länge ohngefähr 15 Fuß betragen, was zuſammen 418 Fuß giebt, anſtatt 710 Fuß, um welche der Vertheilungspunkt bei Pouilly, mit Einſchluß der 40 Fuß, um welche vorhin vorgeſchlagen worden, denſelben höher zu legen, über denſelben Punkt der Saône bei St. Jean-de-Löne liegt. Der Unterſchied beträgt 292 Fuß, um welche der Teich bei Longpendu niedriger liegt, als der Vertheilungspunkt bei Pouilly angelegt würde.

Das

*) Nach einem Nivellement, welches Herr von Regemorte der jüngere im Jahre 1772, wegen einer Streitigkeit über das Flößen auf der Dehune hat vornehmen laſſen.

Digitized by Google

Das Waſſer aus dem Teiche bei Longpendu kann in die Dehune und in die Bourbince, welche mit beiden Meeren zuſammenhängen, geleitet werden; aber daſſelbe wird ganz zum Betrieb des Hammerwerks bei Longpendu gebraucht. Die oberſchlächtige St. Julians-Mühle liegt eine Lieue unterhalb dieſes Hammerwerks, und erhält alles Waſſer des Teichs bei Longpendu, und einiger tiefer liegenden Quellen. Dennoch muß dieſe Mühle jährlich ohngefähr 6 Wochen ſtill ſtehen, und kann im übrigen Theile des Sommers nur 4 bis 5 Maaß Getreide zu 48 Pfund mahlen, anſtatt daß im Winter, bei mehreren Waſſer, 50 Maaß geſchafft werden können.

Etwas weiter entfernt liegt der Montchamin'ſche Teich, deſſen Waſſer eine Mühle mit einem oberſchlächtigen Rade treibt, welche auf dem Teichdamme liegt. Dieſe Mühle muß eben ſo lange ſtehen, und ſchafft im Sommer verhältnißmäßig eben ſo wenig, als die St. Julians-Mühle.

Würde der Teich bei Longpendu weggelaſſen, und durch an mehreren höheren Stellen anzulegende Behälter erſetzt, zugleich auch der Kanal 20 oder 30 Fuß tiefer bis zur Höhe des Montchamin'ſchen Teichs ausgegraben, ſo könnte im Vertheilungspunkt alles Waſſer zuſammengebracht werden, was ſich jetzt in beiden Teichen ſammelt. Dieſe Waſſermenge würde noch nicht hinreichen, um im Sommer ein oberſchlächtiges Rad gehörig zu treiben [wozu etwa 300 (Waſſer-)Zoll erfordert werden], alſo immer noch viel geringer ſein, als die 1449 Cubikzoll, welche, wie vorſtehend angegeben, in den 6 trockenſten Sommermonaten ſchon aus den Quellen bei Pouilly zuſammengebracht werden können.

Da ſich in der Gegend der Longpendu'ſchen und Montchamin'ſchen Teiche höhere Stellen finden, ſo könnte man daſelbſt vielleicht das Regenwaſſer aufhalten, und Teiche bilden, aus welchen das Waſſer hernach in den Vertheilungspunkt geleitet würde. Wir haben hierüber keine Unterſuchungen angeſtellt; allein man hat uns an Ort und Stelle geſagt, daß Quellen durchaus nicht bekannt wären. Wir fürchten, daß die ſandige Beſchaffenheit des Bodens der Sammlung des gedachten Waſſers an Stellen, welche höher als die jetzigen Teiche liegen, nachtheilig werden könne *). Uebrigens hat Herr Thomaſſin

*) Der ſehr unterrichtete Burgundiſche Unter-Ingenieur, Herr Gauthey, hat ſo eben auf Verlangen des Herrn Grafen von Brancion einen Entwurf zu demſelben Kanal beendigt, nach welchem der letztere gleichfalls in der Gegend von Chalons von der Saône abgehen ſoll. Er hat Mittel gefunden, im Vertheilungspunkte Waſſer genug zuſammenzubringen, was von dem Ober-Ingenieur der Brücken und Chauſſeen von la Breſſe, Bugey und Valromey, Hrn. Aubry, unterſucht und beſtätigt worden. Die desfallſigen Koſten ſind auf 7,106388 Livres 9 Sous abgeſchätzt.

weder einen Anschlag angefertigt, noch sich auf Einzelnheiten eingelassen, eben so wenig aber auch die Wassermenge angegeben, die er im Vertheilungspunkte zusammenbringen zu können gedacht hat. Wir haben blos an Ort und Stelle erfahren, daß er, vor ohngefähr 40 Jahren, einen Plan aufgenommen, und den Lauf der Dehune nivellirt habe. Es weiß niemand, wo diese Papiere sein können, und man hat von dem ganzen Entwurfe nur durch die von demselben im Jahre 1733 herausgegebenen Abhandlungen Kenntniß.

Aus der Ankündigung der vorerwähnten Abhandlungen vom Jahre 1733 ist ersichtlich, daß unter der Regierung Ludwigs XIV. von demselben Entwurfe die Rede, und daß im Jahre 1766 ein Termin zur Verdingung der Ausführung desselben angesetzt gewesen ist.

Fehlte es nicht an Wasser im Vertheilungspunkte, so dürfte dieser Kanal ausgeführt werden können. Durch ihn würden (wie durch den über Pouilly) die beiden Meere vermittelst der Saône und Seine, unter Benutzung des Loing- und des Briare'schen Kanals, in Verbindung gebracht werden können, während er bei nur halb so großer Länge höchstens halb so viel kosten, und noch zugleich mit der Loire zusammenhängen würde; aber von einer andern Seite betrachtet, finden sich bei demselben mehrere wesentliche Nachtheile, die bei dem Kanal über Dijon nicht Statt haben würden.

Der Briare'sche Kanal ist gewöhnlich alljährlich in den 4 Monaten vor Allerheiligen geschlossen. Während mehrerer Sommermonate, außer diesen, fehlt das Wasser im Vertheilungspunkte, da sich durch den steinigen Boden des obern Theils der Höhe bei Rogny eine bedeutende Menge verliert, weshalb wöchentlich nur ein oder zwei Mahl durchgeschleust werden kann, und die Schiffe auf das Postschiff warten, und mit demselben zugleich durchgeschafft werden müssen. Die 7 Schleusen bei Rogny verursachen auch für jedes Schiff einen 7 Mahl so großen Wasserverlust, als wenn dieselben von einander getrennt angelegt worden wären, so daß durchaus zu fürchten ist, daß die Schifffahrt, welche jetzt schon, im Sommer, aus Mangel an Wasser oder wegen Fehler in der Bauart, um deren willen Wasser unnöthigerweise verloren geht oder verbraucht wird, bei einer größern Anzahl durchgehender Schiffe gar nicht mehr Statt haben könnte.

Der Orleans'sche Kanal könnte nicht anstatt des Briare'schen genommen werden, da daraus ein Umweg von 11 Lieues entstehen würde, der sehr bedeutend ist, indem der Wasserweg von Lyon nach Paris durch die Longpendu'schen Teiche und den Briare'schen Kanal schon 41 Lieues lang sein würde.

Auch ist der Zoll auf dem Briare'schen und dem Loing-Kanale, welcher für Spezereien 10 Livres auf 1000 Pfund beträgt, sehr zu berücksichtigen, besonders da der

Digitized by Google

Kanal über Dijon davon frei ſein, und auf demſelben nur eine Abgabe zur Beſtreitung der Unterhaltungskoſten gegeben werden ſoll, welche nicht höher als 10 Sous für 1000 Pfund zu ſein braucht *).

Von Briare nach Digoin, welche 41 Lieues von einander entfernt ſind, iſt die Schifffahrt zu allen Zeiten frei genug; allein ſie iſt mühſam und koſtbar, da die Loire äußerſt reißend, und kein Leinpfad für Pferde vorhanden iſt. Bei ungünſtigem Winde oder Windſtille werden Menſchen angenommen, und zwar 10 und zuweilen noch mehr für ein Schiff, die gewöhnlich nicht mehr als 1½ bis 2 Lieues täglich machen. Die Fahrt ſtromunter iſt im Sommer leichter; doch gehören auch dazu 15 bis 20 Tage. Die Schiffe, welche 30000 und 40000 Pfund tragen, gehen 14 Zoll tief im Waſſer, und doch iſt dies an manchen Orten nur 10 Zoll tief. Die Schiffer verſchaffen ſich dann auf Böcken und mit Schippen, mit welchen ſie den Sand über die Seite ſchaffen, Waſſer, was in der Loire ſehr viel Arbeit verurſacht. Iſt das Waſſer höher und das Wetter günſtig, ſo tragen dieſelben Schiffe bis 80000 Pfund, und bringen auf derſelben Fahrt nur 4 bis 5 Tage zu.

Die Waſſerzölle und die ſchwierige Herauffahrt in der Loire nöthigen die Kaufleute, die tannenen oder eichenen Fahrzeuge, deren ſie ſich bedienen, in Paris zu laſſen. Dieſe letztern koſten ohngefähr 300 Livres, und werden für 60 Livres zum Auseinandernehmen verkauft. Werden die 240 Livres Verluſt auf ohngefähr 80000 Pfund, als ſo viel dieſe Fahrzeuge gewöhnlich tragen können, vertheilt, ſo kommen auf 1000 Pfund 3 Livres. Aber es iſt zu fürchten, daß dieſer nachtheilige Umſtand auch in Betreff der mehrſten Schiffe, welche den Burgundiſchen Kanal befahren, Statt finden werde, da von Paris nach Lyon nicht Handel genug getrieben wird, es müßten denn die Fäſſer und einige andre Waaren zurückgeſchickt werden, deren Abgabefreiheit auf dem neuen Kanale den Handel damit eröffnen und begünſtigen könnte.

Die Verbindung des Burgundiſchen Kanals mit der Loire würde auch nicht ſo vortheilhaft ſein, als es auf den erſten Blick den Anſchein haben möchte, da dieſer Strom bereits zum Handel von Lyon nach Paris dient, indem die Waaren nur 15 Lieues weit **)

*) Bei 10 Sous für 1000 Pfund bezahlt jedes Schiff wenigſtens 40 Livres, ſo daß 4000 Schiffe, ſo durch dieſen, wie durch den Loing-Kanal gehen können, ohne die unbeladenen, für welche der vierte Theil anzunehmen iſt, zuſammen 160000 Livres geben, welche, da die Unterhaltung des Briare'ſchen und des Loing-Kanals, der Angabe nach, 70000 Livres erfordert, verhältnißmäßig hinreichend ſind.

**) Alle Entfernungen ſind auf den neuen Karten von Frankreich gemeſſen, und die Lieue, wie vorher geſagt, 2400 Toiſen lang angenommen worden.

Digitized by Google

zu Lande von Lyon nach Roanne gefahren zu werden brauchen, wo sie eingeschifft, und durch den Briare'schen und den Loing-Kanal gerade nach Paris geschafft werden. Durch diese Kanäle und den Orleans'schen geht der Handel auf der Loire von Nantes an, auf dem Allier und andern schiffbaren Flüssen bis nach Paris und zurück, jedoch nur so weit, als die Beschwerlichkeit der Loire-Schifffahrt, und der bedeutende Aufenthalt, der hier im Sommer Statt findet, (vorzüglich bis nach Orleans, wohin man nur mit Segeln kommen kann,) es zulassen.

Vorausgesetzt, daß die Anlegung des Kanals möglich sei, so muß noch untersucht werden, ob die Lyon'schen Kaufleute ihre Waaren mit mehr Vortheil durch denselben, als über Roanne gehen lassen könnten.

Von Lyon nach Chovort, die Saône herauf, sind 24 Lieues. Der Kanal bis nach Digoin wäre 25 Lieues, also der ganze Weg 47 Lieues lang, anstatt daß man von Lyon über Roanne nach Digoin nur 27 Lieues hat, nämlich 15 zu Lande und die übrigen auf der Loire hinunter. Durch den Kanal müßte man also einen Umweg von 22 Lieues machen.

Tausend Pfund Spezereiwaaren würden von Lyon nach Chovort zu fahren 12 Livres kosten, und die Abgaben davon auf der Saône würden 6 Livres 15 Sous betragen. Die Gefälle auf dem Kanale nur zu 5 Sous gerechnet, würde dies zusammen 19 Livres betragen, wobei 8 bis 10 Tage zur Fahrt nöthig sein könnten.

Tausend Pfund zu Lande von Lyon nach Roanne zu schaffen, kosten 13 Livres, und zu Wasser bis nach Digoin 5 Livres, zusammen 18 Livres. Es werden in diesem Theile der Loire keine beträchtliche Zölle Statt finden, und zur Reise gehören nur 4, höchstens 5 Tage. Hieraus sieht man, daß es nachtheilig wäre, durch den Kanal von Chovort nach Digoin zu fahren.

Nimmt man von der andern Seite an, daß die Saône-Zölle aufgehoben würden, so ersparte man, bei Benutzung des Kanals, 5 Livres 15 Sous auf 1000 Pfund. Aber die Fahrt dauerte immer 4 bis 5 Tage länger, weshalb immer noch der Weg über Roanne vorgezogen werden könnte, wenigstens wenn Waaren eilig fortgeschafft werden müßten, und die Loire fahrbar wäre.

Dieser Kanal würde vorzüglich nur für einen Theil der Franche-Comté, von Burgund und der Gegend von Charolles nützlich sein, welche am obern Ende der Saône liegen, und durch welche der Kanal gehen würde. Was den Wein betrifft, welcher in der Gegend von Charolles, Mâcon und Digoin erzeugt wird (jährlich etwa 15000 Stückfaß), dessen Vertrieb den größten Theil des Handels zwischen Burgund und Paris ausmacht, so

müßte derſelbe zu Lande bis zum Kanal, etwa 4 Lieues weit, geſchafft werden, und die Erſparung auf den übrigen Theil des Weges bis nach Digoin, welche nur höchſtens 12 Lieues betragen könnte, würde nur unbedeutend ſein, da alles, und zwar ſehr wohlfeil *), durch Ochſen geſchieht, die alle 2 bis 3 Lieues abgelöſt werden.

Aus den vorangeführten Gründen halten wir dafür, daß es durchaus nicht rathſam ſei, einen Kanal durch die Teiche bei Longpendu anzulegen, da ein ſolcher, in Bezug auf die Verbindung der beiden Meere, den Handel zwiſchen Lyon und Paris, und ſelbſt auf den Burgundiſchen, zu wenig Nutzen haben würde.

Nunmehr glauben wir von zwei andern Entwürfen reden zu müſſen, welche die Verbindung der Rhone und Loire zum Gegenſtand haben, und durch welche, wenn ſie zweckmäßig und gänzlich auszuführen wären, die beiden Meere verbunden werden könnten; nämlich von dem zum ſogenannten Lyon'ſchen Kanal, und von dem von Hrn. Zacharie angegebenen.

Lyon'ſcher Kanal.

Die Herren Doudot und Boffrand **) haben, um den Handel von Lyon auf der Loire zu erleichtern, vor 1737, den Entwurf zu einem Kanale durch die Gegend von Beaugé, von Anſe, 4 Lieues von Lyon an der Saône, bis zur Loire, nicht weit unterhalb Roanne, etwa 42000 Toiſen lang, wieder in Anregung gebracht, welcher dem Azergues und dem Rahin oder Rhin nachgehen, und deſſen Vertheilungspunkt 79 bis 80 Toiſen hoch liegen, und 4000 Toiſen lang ſein ſollte.

Dieſer Kanal müßte über einen 1000 Toiſen langen Berg gehen, was als ſehr koſtbar und vielleicht ſogar unmöglich angeſehen worden. Hr. Boffrand hatte die Koſten zu dieſem Kanale zu 5501900 Livres angeſchlagen, Hr. Thomaſſin aber behauptet, daß er wenigſtens 13 Millionen koſten, und daß im Vertheilungspunkte nicht genug Waſſer zuſammenzubringen ſein würde.

Herrn Zacharie's Entwurf.

Der von demſelben vorgeſchlagene Kanal ſoll in Givors an der Rhone, 5 Lieues unterhalb Lyon, anfangen, über Rive de Giez, St. Chamont und bei St. Etienne en Forès vorbei gehen, dem Laufe des Giez und des Furand folgen, und nahe bei Botheon,

*) Ein Stückfaß Wein 3 Lieues weit zu ſchaffen, koſtet gewöhnlich nur 12 bis 15 Sous.

**) Dies iſt nicht derſelbe, welcher erſter Ingenieur der Brücken und Chauſſeen geweſen iſt.

ohngefähr 15 Lieues oberhalb Roanne in die Loire ausmünden. Seine Länge würde ohngefähr 12 Lieues betragen, der Vertheilungspunkt 1134 Fuß über der Rhone liegen, und die Zahl der überhaupt darauf anzulegenden Schleuſen 144 ſein.

Herr Zacharie iſt mit dem Entwurfe zu dieſem Kanale 15 oder 18 Jahre beſchäftigt geweſen. Er hat darüber ein Privilegium erhalten, und den Kanal auf etwa eine halbe Lieue gegen die Rhone zu angefangen. Man behauptet, daß er ſich auf den Theil von Botheon nach Givors von 4 Lieues Länge hätte beſchränken ſollen, um die Steinkohlen, die ſich hier in Menge finden, nach der Rhone ſchaffen zu können. Es wird auch angeführt, daß die obere Loire aus Waſſermangel bis Roanne nur 4 oder 5 Monate im Jahre ſchiffbar ſein würde, und daß ſich in derſelben Klippen ohne Zahl befänden, welche von den Felſen gebildet werden. Es iſt auch nicht erwieſen, ob im Vertheilungspunkte ſo viel Waſſer zuſammengebracht werden könne, als zu einer ſo bedeutenden Schifffahrt, wie die Verbindung beider Meere hervorbringen würde, erforderlich ſein möchte. Der Weg von Lyon nach Roanne würde übrigens zu Waſſer noch einmal ſo lang ſein, als zu Lande. Aus dieſen Betrachtungen läßt ſich ſchließen, daß der Kanal für den Handel von Lyon nach Paris wenig gebraucht werden würde. Es verhält ſich übrigens mit den Kanälen wie mit den Wegen; es können deren nicht genug angelegt werden, und ſollte der von Hrn. Zacharie anzulegende auch nur zum Fortſchaffen der Produkte und Lebensmittel der Gegenden, durch welche er geführt wird, dienen, ſo würde er doch immer dem gemeinen Weſen ſehr nützlich werden.

Wir wollen nunmehr unterſuchen, welchen Nutzen (in Bezug auf den Preis der Fracht und die zur Durchfahrt erforderliche Zeit) der Burgundiſche Kanal über Dijon und Pouilly haben würde.

Der Weg von Lyon nach Paris wäre durch dieſen Kanal 133 Lieues lang, und es würden zu jeder Reiſe ohngefähr 20, höchſtens 22 Tage gehören; nämlich 5 oder 6 Tage, um die Saône hinauf bis nach St. Jean-de-Löne zu fahren, 10 Tage mit 2 Pferden auf jedes Schiff zum Durchgang durch den Kanal, und 5 oder 6 Tage, um die Seine hinunter bis nach Paris zu ſchiffen.

Die Fracht für 1000 Pfund würde 40 Livres betragen, nämlich 15 Livres die Saône hinauf, 10 Livres Abgaben *) von den Spezereiwaaren auf dieſem Fluſſe; 6 Livres

*) Die Abgaben ſind nach der Art der Waaren ſowohl auf der Saône, als dem Briare'ſchen und dem Loing-Kanal verſchieden; allein da in den angeführten Beiſpielen einerlei Waare angenommen

durch den Kanal, mit Einſchluß von 10 Sous Kanal-Gefälle zur Unterhaltung deſſelben, und 9 Livres für den übrigen Theil der Fahrt. Würden die Saône-Zölle abgezogen, ſo käme dieſer Preis auf 30 Livres herunter.

Am wohlfeilſten werden gegenwärtig Waaren von Lyon nach Paris auf der Loire und den Kanälen geſchafft. Wenn der Waſſerſtand der Loire der Schifffahrt günſtig iſt, ſo beträgt die Fracht 39 Livres, nämlich 13 Livres bis Roanne, und 26 Livres für den übrigen Theil des Weges *), mit Einſchluß von 10 Livres Kanal-Gefälle. Die Zeit, welche zu einer Reiſe gehört, wechſelt (nach dem Waſſerſtande und der Richtung des Windes während der Fahrt auf der Loire) von 15 bis zu 40 Tagen und darüber, ſo daß dafür im Durchſchnitt ein Monat angenommen werden kann.

Wenn es vortheilhaft ſein ſoll, den neuen Burgundiſchen Kanal zu befahren, ſo müſſen zuvörderſt die Saône-Zölle aufgehoben werden, welche der Angabe nach auf die Strecke zwiſchen Pontaillier und Mâcon für 275000 Livres verpachtet ſind. Dann würden auf 1000 Pfund 9 Livres, und auf jede Reiſe 8 Tage Zeit gewonnen.

Dieſe Erſparung von 9 Livres auf 1000 Pfund beliefe ſich für eine Schiffsladung auf 720 Livres, welche im Durchſchnitt 80000 Pfund beträgt, und, angenommen, daß jährlich 4000 Schiffe durch dieſen, ohngefähr wie durch den Loing-Kanal gehen, welchen im Jahre 1752. 3815 beladene Gefäße befahren haben, für ein Jahr im Ganzen auf 2,880000 Livres, welche dem Handel zu Gute kämen.

Da zu den beiden angeführten Vortheilen noch der kommt, auf der Saône fahren zu können, deren Gefälle bei weitem ſanfter, als das der Loire iſt, und welche erſtere zu allen Zeiten ſichrer beſchifft werden kann, als die letztere, ſo würde der Burgundiſche Kanal für den Handel zwiſchen beiden Meeren vorgezogen werden.

Unterſucht man nunmehr den Preis der Landfracht, ſo findet ſich, daß 1000 Pfund mit Einſchluß der Zölle ſowohl über Châlons und Auxerre, als über Moulins, 65 Livres koſten, und zu einer Reiſe 18 bis 20 Tage gehören.

Der Preis iſt beinahe derſelbe, wenn man bis Châlens die Saône hinauf fährt, da 4 Livres Saône-Zölle bezahlt werden müſſen; aber wenn man ſich von Auxerre bis nach

worden iſt, ſo würde der größere oder geringere Betrag der Zölle von andern Waaren in der in gegenwärtiger Abhandlung angeſtellten Vergleichung nichts abändern. Von dem angegebenen Preiſe von 10 Sous für 1000 Pfund würde bei Holz und andern ins Gewicht fallenden Waaren von geringem Werthe etwas ab-, zu demſelben aber bei theurern Dingen etwas zugehen.

*) Wenn die Schifffahrt auf der Loire nicht gut geht, und dies iſt einen großen Theil des Jahres über der Fall, ſo werden, anſtatt der angeführten 26 Livres, 40 Livres und darüber bezahlt.

Paris an die Yonne und die Seine hält, ſo geht derſelbe auf 54 Livres herunter. Zu einer Reiſe gehören hier gleichfalls ohngefähr 20 Tage.

Die Landfracht iſt, wie eben bemerkt, beinahe doppelt ſo theuer, als wenn die Waaren die Loire hinunter zu Schiffe gehen. Indeſſen werden die theuren Gegenſtände, und ſolche, die ſichrer oder zu einem feſtgeſetzten Tage an dem Orte ihrer Beſtimmung eintreffen ſollen, dennoch zur Achſe angefahren. Aber wenn man mit geringern Koſten eben ſo ſicher und eben ſo ſchnell durch den neuen Kanal fahren kann, ſo läßt ſich erwarten, daß ein großer Theil dieſer Waaren durch denſelben gehen werde.

Man hat behauptet, daß die feinen Weine, wie die aus Nuits, Beaune, Volnay und der umliegenden Gegend, auf dem Waſſer an Güte verlören. Dies iſt nicht ganz ausgemacht; aber es iſt gewiß, daß die Kaufleute keine Schwierigkeiten machen, die Weine aus der Gegend von Châlons und Mâcon auf der Loire kommen zu laſſen, und daß die Burgunder Weine im Allgemeinen mit vielem Vortheil durch den neuen Kanal gehen können; ſie werden dann nicht, wie auf den Wagen, hin und her geſtoßen; es kann darum nicht ſo viel ausfließen oder verloren gehen, und zur Anfuhre gehört nicht mehr Zeit.

Es kommt auch Wein auf der Saône nach Châlons, der hernach zur Achſe gerade nach Paris geſchafft wird *), obgleich es vortheilhafter zu ſein ſcheint, denſelben in Auxerre einzuſchiffen und 40 Lieues weit auf der Yonne und Seine hinunter zu fahren. Aus welchen Gründen aber das letztere unterbleibt, ſoll jetzt auseinander geſetzt werden.

Die Landfracht für 1 Muid Wein beträgt 18 bis 20 Livres; die Waſſerfracht würde nur 12 Livres koſten, aber außerdem wären mit Einſchluß der 3 Livres, welche zu Joigny abgegeben werden, 4 Livres für Zölle zu bezahlen. Der Unterſchied betrüge daher nicht mehr als ohngefähr 3 Livres auf einen Muid, welche wieder für das, was einem Commiſſionär bezahlt werden müßte, der den Wein in Auxerre in Empfang nähme und einſchiffen ließe, und für den aus dem desfallſigen Aufenthalt entſtehenden Verluſt aufgingen. Auch muß man die Untreue und die Unmäßigkeit der Schiffer **), ſo wie die Transportkoſten

von

*) Die Fuhrleute fahren auf die Straße nach Troyes, um nicht über die Brücke bei Joigny zu müſſen, wo ſie vom Muid 3 Livres Zoll geben müßten, eben ſo gut, als wenn der Wein unter der Brücke durchginge.

**) Die Landfuhrleute haben oft denſelben Fehler, vorzüglich auf der Straße von Orleans nach Paris; aber man ſagt, daß für 40 Sous, welche man von Tonnerre bis nach Paris auf den Muid mehr bezahlt, alſo für 20 Livres, anſtatt 18 Livres, Fuhrleute zu haben ſeien, auf deren Redlichkeit man ſich verlaſſen kann.

Digitized by Google

von der Ausladeſtelle bis zu den Kaufleuten in Paris, berückſichtigen, wenn man den Fuhrleuten, welche übrigens für den Wein ſtehen müſſen, den Vorzug giebt.

Es wäre aus dieſem Grunde ſehr zu wünſchen, daß ſolche Zölle aufgehoben würden, da in dem angeführten Falle ſowohl, als in vielen andern, durch dieſelben der weſentliche Vortheil wieder verloren geht, welchen man von ſchiffbaren Flüſſen haben könnte. Der Staat würde übrigens mehrentheils wegen der Unterdrückung dieſer Art von Abgaben dadurch entſchädigt werden, daß die Unterhaltungskoſten der Wege ſich vermindern würden, und auch den Landbewohnern, welchen die Inſtanderhaltung der letztern zum Theil obliegt, eine Erleichterung zufiele.

Wir wiſſen nicht, wie viel der Seine-Zoll einbringt, aber es ſcheint eben ſo nöthig zu ſein, denſelben aufzuheben. Dadurch würde der Handel auf dem neuen Kanale, vorzüglich der mit Wein, begünſtigt werden, da vom Muid, außer den hiervor auf 30 Livres für 1000 Pfund angeſchlagenen Transportkoſten, noch ohngefähr 4 Livres bezahlt werden müſſen.

Wir glauben noch auf einen andern viel wichtigern Vortheil aufmerkſam machen zu müſſen, welchen die Anlegung des Burgundiſchen Kanals und die Aufhebung der Saône- und Seine-Zölle herbeiführen würden. Die Zahl der Fuhrleute würde nämlich beträchtlich abnehmen, ſobald ein Kanal und Flüſſe ohne läſtige Abgaben es jedermann möglich machten, ſich ſeines natürlichen Rechts, Waaren mit möglichſt geringen Koſten anfahren zu laſſen, zu bedienen, wodurch wieder eine große Menge Grund und Boden dem Staate zu Gute käme, wie hier auseinander geſetzt werden wird.

Es iſt bekannt, daß ein einziger Menſch ein mit 200 Stückfaß Wein (welche zuſammen 100000 Pfund wiegen) beladenes Schiff in 8 oder 10 Tagen durch den Briare'ſchen und den Loing-Kanal, welche 22 Lieues lang ſind, ziehen kann, und daß ein einziger Schiffer das Gefäß regiert.

Ein Pferd zieht nur 1000 Pfund, und braucht wenigſtens 3 Tage zu einem Wege von ebenfalls 22 Lieues Länge. Zur Fortſchaffung einer gleichen Laſt würden daher 100 Pferde und etwa 25 Menſchen nöthig ſein, ſo daß die Anfuhre derſelben zu Lande 55 Arbeitstage für Menſchen, und 300 für Pferde mehr erfordern würde, als die durch die Kanäle.

Erwägt man, daß, wie vorher angeführt worden, ohngefähr 3800 Schiffe durch dieſe Kanäle gehen, wofür wir nur 3000 rechnen wollen, da nicht alle mit 100000 Pfund beladen ſind, ſo wird man finden, daß dadurch 165000 Arbeitstage für Menſchen, und

900000 für Pferde, folglich, auf jeden Menſchen und jedes Pferd jährlich 300 Arbeitstage gerechnet, 550 Menſchen und 3000 Pferde erſpart werden.

Für ein Zugpferd ſind gewöhnlich wenigſtens 6 Arpents *) Hafer, wozu, da das Land jedes dritte Jahr braach liegen bleiben muß, die Hälfte, alſo 3 Arpents, gerechnet werden müſſen, und 2 bis 3 Arpents Wieſewachs, zuſammen alſo 11 bis 12 Arpents erforderlich, wofür nur 10 gerechnet werden ſollen **), ſo daß für die 3000 Pferde, welche weniger gehalten zu werden brauchen, dem gemeinen Weſen 30000 Arpents Land ***), und zwar auf nur 22 Lieues Kanal-Länge, zu Gute kommen.

Bedenkt man ferner, daß die Ausführung des Burgundiſchen Kanals und die vorgeſchlagene Aufhebung der Saône- und Seine-Zölle veranlaſſen können, daß der Waſſertransport von Lyon nach Paris auf mehr als 100 Lieues Entfernung vorgezogen würde, und daß ein Schiff, der mehrern Geſchwindigkeit wegen, auf den Flüſſen ſowohl als auf dem Kanale, durch 2 Pferde gezogen werden könne, ſo erhellt, wie viel Grund und Boden dem gemeinen Weſen zu Gute komme, und wie viel Menſchen weniger nöthig ſeien, die dem Landbaue wieder gegeben werden können.

Neue Straßen verſchaffen denſelben Vortheil, die Zahl der Pferde vermindern zu können, indem darauf öfter noch einmal ſo viel Laſt in halb ſo viel Zeit fortgeſchafft

---

*) 1 Arpent = 1,3390 . . . Preuß. Morgen. S. Eytelwein's Maaße ꝛc. §. 40. Anm. d. Ueb.

**) Ein Zugpferd bedarf täglich ohngefähr 12½ Boiſſeau Hafer und 2 Bund Heu, ohne das Stroh, die Ruhetage, an welchen weniger Futter gegeben zu werden braucht, mit in den Durchſchnitt gerechnet, alſo jährlich wenigſtens 450 Pariſer Boiſſeaus Hafer, und 730 Bund Heu zu 10 bis 12 Pfund. Ein Arpent von 100 Quadratruthen, die Ruthe 20 Fuß lang gerechnet †), welcher mit Hafer beſtellt wird, und von mittlerer Güte iſt, giebt 60 bis 80 Boiſſeaus, und ein Arpent Wieſe 200 bis 300 Bund, ſo daß nach dem Maiſtück der landwirthſchaftl. Zeitſchrift vom Jahre 1760, S. 201. die vorerwähnten 10 Arpents zur Erhaltung eines Pferdes wenigſtens erforderlich ſind. Man behauptet, daß der zur Erhaltung eines Pferdes erforderliche Grund und Boden, mit Getreide oder Gemüſen bearbeitet, hinreichend ſei, um 8 Menſchen zu ernähren. Nach dieſer Rechnung würde der zur Unterhaltung von 3000 Pferden erforderliche Boden für 24000 Menſchen hinreichend ſein.

***) Von dieſen 30000 Morgen würden 7500 Wieſen bleiben; die übrigen würden bei veränderter Beſtimmung als in 3 Theile getheilt angeſehen werden müſſen, wovon der eine mit Roggen, der andere mit Hafer beſtelle, und der dritte braach liegen bleiben würde.

†) Sind hierunter Pariſer Fuß gemeint, wie wahrſcheinlich iſt, ſo iſt der Arpent = 40000 Pariſer Quadratfuß, = 1,6532 . . . Preuß Morgen. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

werden kann, als auf den alten Wegen; aber bei gleicher Länge wird man die ſchiffbaren Kanäle und Flüſſe immer vorziehen, wenn die auf denſelben liegenden läſtigen Abgaben aufgehoben werden, durch welche der Vortheil, den ſie gegen die Wege gewähren könnten, wieder verloren geht *).

Burgundiſche Schifffahrt.

Die Häfen zu St. Jean-de-Löne, Châlons an der Saône, und zu Digoin an der Loire, tragen am weſentlichſten zum Burgundiſchen Handel bei. In denen zu Seure, Verdun und Mâcon, welche auch an der Saône liegen, werden die übrigen Geſchäfte gemacht.

Der meiſte Handel wird in St. Jean-de-Löne mit Korn und Hafer getrieben, welche von Dijon und der umliegenden Gegend dahin gefahren, und von da aus weiter nach Lyon geſchafft werden. Es können ohngefähr 5000 Wagen, jeder mit 2000 Pfund oder beinahe 3 Heminen Korn zu 684 Pfund ſchwer, beladen ankommen. Im Jahre 1762 war der Handel wegen des Getreidemangels in Italien dreimahl ſo ſtark.

Von St. Jean-de-Löne nach Dijon hinauf wird nur wenig Handel getrieben, und die Wagen gehen gewöhnlich leer zurück.

Durch den Theil des Kanals in dieſer Gegend würden wegen des jetzigen Korn- und Hafer-Handels nur etwa 125 Schiffe, jedes mit 80000 Pfund beladen, gehen; aber die Waaren aus einem Theile der Champagne, von Lothringen und Burgund, welche oberhalb St. Jean-de-Löne nach der Saône geſchafft werden, könnten zu Dijon auf dem Kanale verſchifft werden.

Die eben erwähnten Waaren, und die übrigen, welche im obern Theile der Saône von Port-ſur-Saône an, wo der Fluß anfängt ſchiffbar zu werden, herunter kommen, füllen etwa 1700 Schiffe jährlich, welche in der Regel nach Lyon und weiter beſtimmt ſind, und bei St. Jean-de-Löne vorbeigehen, ohne ſich aufzuhalten.

*) Ein großes Schiff fährt auf der Seine von Rouen nach Paris, 52 Lieues weit, ſtromauf in 16 Tagen, ladet 800000 bis 900000 Pfund Waaren, und wird durch 12, höchſtens 14 Pferde gezogen, ſo daß auf jedes Pferd mehr als 60000 Pfund kommen. Stromunter werden vor ein gleiches eben ſo beladenes Schiff nur 2 Pferde geſpannt. In einem ſolchen befinden ſich ſowohl beim Herauf- als beim Herunterfahren 10 bis 11 Schiffer, und die Herabfahrt dauert 8 bis 10 Tage. Auch aus dieſem Beiſpiele geht hervor, wie ſehr beim Fortſchaffen von Waaren die Waſſerwege den Landwegen vorzuziehen ſind, wenn durch Auflagen nicht Hinderniſſe hervorgebracht werden.

Man sagt, daß jährlich auch etwa 500 Schiffe von Lyon die Saône herauf kommen, welche mit verschiedenen Arten von Waaren befrachtet sind. Ein Theil dieser Waaren könnte im neuen Kanale herauf bis nach Digoin gehen.

Diese Schiffe tragen stromauf 50 bis 60000 Pfund, und stromunter noch einmahl so viel.

Die Gegenstände des Handels, welchen Seure und Verdun treiben, sind Eisen, Korn, Hafer und Heu, welches nach Lyon hinunter geht. Dieser Handel kann jetzt keinen Bezug auf den neuen Kanal haben; aber nach geschehener Anlegung desselben könnte von diesen Orten aus ein Handel nach Paris und Rouen zu eröffnet werden. Die Kaufleute in den angeführten Städten wünschen die Anlage, da sie dadurch in den Stand gesetzt würden, die vortheilhafteste Seite zu wählen, und beklagen sich gegenwärtig, daß, da sie zum Absetzen ihrer Waaren keinen andern Ausweg haben, als Lyon, die dortigen Kaufleute ihnen die Preise stellen, indem keine Concurrenz Statt findet.

Durch Châlons kommen vom Weltmeere nach Lyon und der unterhalb liegenden Gegend ohngefähr 25000 Centner Spezereien, Farbehölzer, Gummi und andre Apothekerwaaren, eingesalzene Seefische ꝛc., Tuch aus der Champagne und Flandern, kurze Waare u. dgl. m. Es werden daselbst auch 4 Millionen Pfund Eisen aus Burgund und aus den, dem obern Theile der Saône am wenigsten nahe liegenden Hammerwerken; 500000 bis 600000 Pfund Hanf aus der Champagne, der Gegend von Auxerre und Burgund, welche nach Marseille und Toulon bestimmt sind; ohngefähr 50 Schiffsladungen Korn, jede zu 300 Bichets zu 275 Pfund, also jede Ladung zu 82500 Pfund, eingeschifft. Das Getreide kommt aus der Champagne, einem Theile von Burgund und der Gegend von Auxerre. Außerdem können noch jährlich 100 Schiffe mit Brennholz beladen werden, 150 mit Kohlen, und 50 mit Heu, alles nach Lyon.

Unabhängig von den Posten und andern öffentlichen Wagen, welche Waaren von Paris nach Lyon und umgekehrt mitnehmen, gehen wöchentlich, zu allen Zeiten, zwei Postschiffe von Lyon nach Châlons. Jedes Postschiff trägt 40000 Pfund Spezereien, Seidenwaaren, Tuch und kurze Waare. Auch kommen gewöhnlich in jeder Woche einmahl mehrere Schiffe an, welche zusammen ohngefähr 100000 Pfund Waaren bringen, und außerdem jährlich ohngefähr 2000 Stückfaß Wein aus Languedoc und dem Dauphiné.

Nach einem Auszuge aus den Zollregistern gehen durch Châlons an der Saône nach einem zehnjährigen Durchschnitte, sowohl herauf- als herunterwärts, jährlich 88247 Cent-

ner Waaren aller Art, wovon etwa die Hälfte nach Paris und Rouen beſtimmt iſt. Hierbei ſind die Waaren nicht mit gerechnet, welche auf Königliche Freipäſſe, ohne Abgaben, durchgehen.

Der Handel von Mâcon beſteht hauptſächlich in Wein, welcher, wie der aus dem Châlons'ſchen, nach Digoin gebracht wird, und von da auf der Loire und den Kanälen nach Paris geht. Das Ganze kann jährlich 15000 Stückfaß betragen.

Ein Theil der Waaren, welche durch Roanne und die Kanäle gehen, und derer, welche jetzt zur Achſe verfahren werden, könnte in der Folge durch den vorgeſchlagenen Kanal gehen. Aber um beſſer im Stande zu ſein, den gegenſeitigen Handel zwiſchen Lyon und Paris, und die Zahl der Schiffe, welche wegen dieſes Handels durch den neuen Kanal gehen könnten, zu beurtheilen, müßten Auszüge aus den Zoll- und Eingangsregiſtern beider Städte, in Betreff der ſeit mehrern Jahren in dieſelben eingebrachten Waaren, auch des Gewichts und des Orts des Abgangs der letztern, angefertigt werden, vorausgeſetzt, daß dieſe Angaben in den gedachten Regiſtern enthalten ſeien.

Der Kanal würde außerdem einen Theil des Zwiſchenhandels zwiſchen Paris und Lyon, und die neuen Zweige deſſelben, welche die Leichtigkeit der Fortſchaffung erzeugen könnte, begreifen. Der Betrag nur derjenigen Waaren, welche aus dem Herzogthume und der Grafſchaft Burgund in 12 Jahren, bis zum Jahre 1759 einſchließlich, im Durchſchnitt jährlich auswärts gegangen ſind, wird auf 2,513682 Livres angegeben *). Man glaubt, daß wohl die Hälfte dieſer Waaren durch den neuen Kanal gehen werde. Hierbei iſt der Wein, welcher nach Paris gegangen iſt, nicht mit einbegriffen.

Während der letzten 8 Jahre vor 1761 ſind durch Nevers 432832 Stückfaß Wein gegangen, alſo in einem Jahre im Durchſchnitt 54104 Stückfaß **), welche von Roanne, Digoin und der umliegenden Gegend gekommen, und nach Paris beſtimmt geweſen ſind. Von dieſem Weine können, mit Einſchluß der vorerwähnten 15000, welche zu Digoin verſchifft werden, ohngefähr 300000 Stückfaß durch den Burgundiſchen Kanal gehen, was ohngefähr 200 Schiffsladungen ausmachen kann.

---

*) Herrn Jolivet's Werk, zur Löſung der Preisaufgabe der Akademie zu Dijon auf das Jahr 1763 letzte Seite.

**) Dieſe Angabe iſt von Hrn. Marandat, welcher die Zolleinnahme zu Nevers während der gedachten 8 Jahre gehabt hat.

Digitized by Google

Für dieſe 300000 Stückfaß, welche weniger durch den Briare'ſchen Kanal gehen würden *), fände ein Ausfall von 45000 Livres, 30 Sous auf den Poinçon gerechnet, und ein ſolcher auf den Loing-Kanal von 48000 Livres, 32 Sous auf das Stückfaß gerechnet, Statt. Es ſind keine andere Waaren bekannt, welche jetzt durch dieſe beiden Kanäle gehen, und durch den Burgundiſchen Kanal von demſelben abgezogen werden würden.

Es iſt kein Anſchein vorhanden, daß die durch den Burgundiſchen Kanal entſtehenden Handelszweige dem Briare'ſchen Kanale zum Vortheil gereichen könnten.

Was den Orleans'ſchen und den Loing-Kanal betrifft, ſo iſt zu vermuthen, daß dieſe zu dem Handel gebraucht werden könnten, der zwiſchen Nantes und den oberhalb liegenden Städten bis Orleans einſchließlich, und einem Theile von Burgund, der Franche-Comté, dem Elſaß, Lothringen und Champagne entſtehen würde, da der kürzeſte Weg von Nantes nach Dijon durch die Kanäle geht.

Ergebniß.

Es folgt aus vorſtehender Unterſuchung, daß der Burgundiſche Kanal mit Nutzen über Dijon geführt werden könne, wenn Herrn Abeille's Entwurf in der vorgeſchlagenen Art abgeändert wird, und daß dieſer Entwurf, der mit dem von Herrn Deſpinaſſy einerlei iſt, dem Thomaſſin'ſchen durch die Teiche bei Longpendu vorzuziehen ſei.

Die Saône- und Seine-Zölle beſtimmen die Handeltreibenden, in vielen Fällen die Landwege vorzuziehen. Es wird nöthig ſein, jene Zölle aufzuheben, wenn der Burgundiſche Kanal den Vortheil gewähren ſoll, den man davon erwarten kann, indem ſonſt darauf nur Waaren aus dem Innern von Burgund und der Nachbarſchaft verſchifft werden würden.

Wir glauben bei der Behauptung bleiben zu müſſen, daß es vortheilhaft ſei, die läſtigen Abgaben, welche auf den ſchiffbaren Strömen überhaupt Statt finden, aufzuheben, indem dadurch dem Publicum ganz fertige Kanäle zurückgegeben würden, die nicht ſo viele Unterhaltung erfordern, als die künſtlichen Kanäle. Dieſem Vortheile, deſſen Holland ganz vorzüglich theilhaftig iſt, ſcheint daſſelbe einen Theil ſeines Reichthums zu verdanken zu haben. Da der Wieſewachs nicht für die Zugpferde gebraucht wird, ſo können damit

*) Im Jahre 1752 ſind durch dieſen Kanal 997 mit Wein beladene Schiffe gegangen. Die 200 Schiffe, welche von demſelben durch den Burgundiſchen abgewendet würden, könnten alſo etwa ⅕ des Ganzen ausmachen.

Digitized by Google

eine Menge nützlicher Thiere gefüttert und fett gemacht werden, und der Ertrag des erſpart werdenden Hafers wird beſſer zu Korn, zur Ernährung der Einwohner, verwandt.

Es läßt ſich jetzt nicht mit Beſtimmtheit angeben, was der Bau des Kanals koſten könnte. Herr Gabriel, der dafür 10,808376 Livres angenommen hat, iſt nicht ſo weit ins Einzelne gegangen, daß man ſeine Angabe zur Richtſchnur nehmen könnte. Der Preis der Lebensmittel iſt übrigens ſeit beinahe 40 Jahren bedeutend geſtiegen, und es wird gewiß nicht übertrieben ſein, die Baukoſten jetzt auf 15 bis 18 Millionen anzunehmen. Aber geſetzt auch, daß dieſe Summe nur in 15 bis 18 Jahren aus öffentlichen Kaſſen erfolge, nämlich jährlich mit einer Million, daß davon Ein Drittel aus Königlichen Kaſſen, Ein Drittel von Burgund, worein $\frac{2}{3}$ der Länge des Kanals fallen, und Ein Drittel von den übrigen Provinzen, durch welche die Flüſſe ſtrömen, welche mit dieſem Kanale zuſammenhängen, bezahlt werde, ſo ſcheint es, als würde der Staat vollkommen ſchadlos gehalten, wenn man erwägt, daß jährlich beinahe 3 Millionen an Fracht für die Waaren erſpart werden, welche zu 4000 Schiffsladungen angenommen worden; daß die Zugpferde wegfallen, und daß deshalb eine ungeheure Menge Grund und Boden, der jetzt zur Erhaltung derſelben nöthig iſt, dem gemeinen Weſen zu Gute komme.

Um den Kanal ausführen zu können, muß zuvörderſt der Zug deſſelben nivellirt, Queerſchnitte davon angefertigt, und der Boden unterſucht werden; dann müſſen die Stellen, wo ſich die erforderlichen Materialien finden, aufgeſucht, der durch Anlegung des Kanals verloren gehende Grund und Boden genau vermeſſen, und dieſer und die Gebäude und Mühlen, denen der Kanal nachtheilig wird, abgeſchätzt werden. Hierauf wird endlich ein umſtändlicher Entwurf und ein Koſten-Anſchlag vom Ganzen angefertigt, wozu von Seiten der Baubeamten eine anhaltende Arbeit von mehrern Jahren gehört, bei welcher denſelben übrigens noch Hülfsarbeiter zugeordnet werden müſſen.

Beſchreibung
des Entwurfs, deſſen Ausführung genehmigt worden.

Der Kanal ſoll von der Yonne bei la Roche an, bis nach St. Jean-de-Löne, wo er in die Saône fällt, 124800 Toiſen oder 52 Lieues zu 2400 Toiſen lang werden, wobei 4600 Toiſen zwiſchen la Roche und Brinon l'Archevêque mit einbegriffen ſind, welche wir Herrn Abeille's Entwurfe noch zuſetzen zu müſſen geglaubt haben, um die Schifffahrt zu allen Zeiten ſicher zu ſtellen, die wegen zu geringer Waſſertiefe im Armanſon während des Sommers zu beſchwerlich geworden ſein würde, wenn der Kanal bei Brinon l'Arche-

vêque in den leztern Fluß geleitet worden wäre. Der Kanal geht hernach über St. Florentin, Germigny, Tonnerre, Ancy le Franc, Ravière, Büffon, wo ſich der Armanſon und die Brenne vereinigen, Montbar, Pouillenay, gegen St. Reine über, Pouilly am Armanſon im Auxonne'ſchen, wohin der Vertheilungspunkt zu liegen kommt, Chateauneuf, die Ouche-Brücke, die Pany-Brücke, Plombières, Dijon, Aiſeray und St. Jean-de-Löne am linken Ufer des Armanſon weg, bis oberhalb Montbar, ſodann durch das Brenne-Thal, die Ouche bis nach Dijon, und den Bietre-Bach. Seine ganze Steigung von der Yonne bis zum Vertheilungspunkt bei Pouilly, welcher anſtatt der von Hrn. Abeille vorgeſchlagenen 81 Fuß *) nur 50 Fuß tief eingeſchnitten werden ſoll, beträgt 921 Fuß, und das ganze Gefälle von hier bis zum niedrigſten Stande der Saône 705 Fuß; wonach der leztere Fluß 216 Fuß höher als die Yonne liegt.

Der Kanal wird unten 30 Fuß, oben 60 Fuß breit, bei 5 Fuß Waſſertiefe 7 Fuß 6 Zoll überhaupt tief. Die Dämme oder Leinpfade, welche auf beiden Seiten deſſelben angelegt werden, erhalten jeder 18 Fuß Breite. Die Böſchung derſelben iſt nach dem Kanale zu zweifüßig, außerhalb aber anderthalbfüßig, alles von je einer Schleuſe zur andern waagerecht. Die äußern Seiten der Leinpfade werden mit Bäumen bepflanzt, welche nach der Länge des Kanals 18 Fuß von einander entfernt ſind, und 2 Fuß von den Außenkanten der Dämme abſtehen. Auf den äußern Seiten werden Graben gehoben, um das Waſſer aufzunehmen, welches von höher liegenden Stellen herunterfließt, und ſolches unter dem Kanale durch nach dem Fluſſe geleitet, wobei zwiſchen den Böſchungen der Dämme und dieſer Gräben wenigſtens 6 Fuß Berme bleiben. Die Breite der Gräben richtet ſich nach der darein aufzunehmenden Waſſermenge.

Um zu verhindern, daß Waſſer durch die Dämme dringe, welche im Allgemeinen von kieshaltigem Erdreich geſchüttet werden, wird in jeden derſelben eine im Durchſchnitt 4 Fuß ſtarke Wand von Füll-Erde ſo weit nach vorn als möglich gelegt, welche wenigſtens 4 Fuß unter die Sohle des Kanals reicht.

Gegen den Städten und Flecken über werden Hafen von angemeſſener Größe für den Handel angelegt.

An Schleuſen ſind überhaupt 160 erforderlich, deren jede, je nach ihrer Lage, 8 Fuß, 10 Fuß und 12 Fuß Gefälle erhält. In kieſigem Boden werden ſie von Mauer-

werk

*) Vermittelſt der nach Hrn. Abeille's Vorſchlag um 31 Fuß tiefern Lage der Sohle bei Pouilly, hätte derſelbe ſolche, wie vorerwähnt, 890 Fuß über die Yonne, und 674 Fuß höher als die Saône gelegt.

Digitized by Google

werk aufgeführt, aber da, wo die Erde zuſammenhängend und fett iſt, können die Kammern, ſo wie der Kanal, von Erde aufgeführt werden, wobei die Böſchungen nur trocken mit Steinen zu bekleiden ſind, und vor jede derſelben eine Reihe Pfähle, die ſo weit von einander ſtehen, als ſie ſtark ſind, zu ſchlagen, auch am obern Ende der Kammer ein Sturzbette anzulegen iſt. (Man ſehe Tafel 38 und 39.)

Die Schleuſen werden zwiſchen den Wänden 16 Fuß breit, und 16 Toiſen von einem Stemmthore zum andern lang, damit immer nur ein einziges, 15 Fuß breites, 15 Toiſen langes Schiff auf einmal durchgeſchleuſt werden könne. Für die Schleuſenmeiſter werden kleine Gebäude aufgeführt.

Zur Füllung einer ſolchen Schleuſe von 10 Fuß Gefälle, oder um ein Schiff durchzuſchleuſen, ſind 75 Cubiktoiſen Waſſer erforderlich; allein dieſe Waſſermenge wird doppelt genommen werden müſſen, um den unvermeidlichen Verluſt wegen der Verdunſtung und des Durchſickerns durch den im Allgemeinen kieſigen Boden und die Schleuſenthore zu decken. Die zuletzt gefundene Zahl muß nochmals verdoppelt werden, da ein Schiff, welches bis zum Vertheilungspunkte geſchleuſt worden, herunterwärts eben ſo viel Waſſer bedarf, ſo daß täglich auf ein Schiff 300 Cubiktoiſen erforderlich ſind, womit jährlich 300 Schiffe durch den Kanal gehen können, wenn angenommen wird, daß derſelbe nur eben ſo viel Tage im Jahre gangbar ſei.

Es iſt bekannt, daß ein Zoll Waſſer in 24 Stunden 72 Muids zu 8 Cubikfuß oder $2\frac{7}{8}$ Cubiktoiſen liefert, ſo daß $112\frac{1}{2}$ Zoll Waſſer hinreichend ſind, um täglich ein Fahrzeug durch den Vertheilungspunkt zu bringen.

Aus der vorſtehenden Abhandlung hat man erſehen, daß im Vertheilungspunkte in den 6 trockenſten Monaten 1449 Zoll, und in den 6 übrigen 6614 Zoll, alſo im Durchſchnitte 4031 Zoll Waſſer zuſammengebracht werden können. Dieſe Waſſermenge iſt nach der vorſtehenden Berechnung hinreichend, um täglich mehr als 35 Schiffe durch den Vertheilungspunkt, oder jährlich mehr als 12900 Schiffe, alſo mehr als doppelt ſo viel, als die vorhin angenommenen 4000 beladenen und 1000 leeren, zuſammen 5000, durch den Kanal zu ſchaffen. Es iſt daher gewiß, daß, ſelbſt wenn die Schifffahrt hier ſo ſtark würde, als auf dem Loing-Kanale, in welchem ſich der Briare'ſche und der Orleans'ſche vereinigen, der neue Kanal in aller Schärfe mit 2000 Zoll Waſſer verſehen werden könnte, ſelbſt ohne die großen Behälter, welche im Vertheilungspunkte angelegt werden ſollen, zu benutzen, wenn nicht auf den bald hiernach zu erwähnenden Umſtand Rückſicht genommen werden ſollte. Der Waſſerbedarf wird auch für die Schiffe, welche auf der einen Seite

des Vertheilungspunktes mehr als auf der andern durch den Kanal gehen, um die Hälfte kleiner ſein, ſobald nur vom innern Handel die Rede iſt.

Man weiß, daß das Waſſer aus einer obern Schleuſe dazu dient, nach und nach die unten auf beiden Seiten des Vertheilungspunkts liegenden zu ſpeiſen, und daß, ſo wie man ſich von Pouilly nach und nach entfernt, andre Gewäſſer in den Kanal geleitet werden können, um den Verluſt zu erſetzen, der außer dem eben angegebenen Statt finden könnte, wie ſchon in Betreff des Kanals zwiſchen la Roche und Tonnerre bemerkt worden: ſo daß, wenn der neue Zufluß den Verluſt erſetzen könnte, anſtatt der 300 Cubiktoiſen, welche nach der vorſtehenden Abſchätzung nöthig ſein würden, um ein Schiff durch den Vertheilungspunkt zu ſchaffen, nur 150 erforderlich wären. Aber bei Berechnungen dieſer Art iſt es jedesmal beſſer, auf den größten möglichen Waſſerbedarf zu rechnen, und in dem vorliegenden Falle ſieht man, daß nur die große, im Vertheilungspunkte zuſammenzubringende Waſſermenge hierzu hinreichend ſein werde.

Man könnte glauben, daß der Raum, den ein Schiff oder mehrere in der Kammer *) einer Schleuſe einnehmen, von der Waſſermenge abgehen müſſe, welche zur Füllung jeder Kammer erforderlich iſt, alſo um ſo mehr betrage, je ſchwerer, und um ſo weniger, je leichter ein Schiff beladen iſt, und daß es deshalb **) vortheilhafter ſei, den Schleuſen auf Schifffahrts-Kanälen, anſtatt wie gewöhnlich 8, 10 und 12 Fuß, nur 5 bis 6 Fuß Gefälle, als das geringſte für die am ſtärkſten beladenen Schiffe, zu geben. Aber dieſe Meinung, welche bei mehreren Eingang gefunden hat, würde die Anzahl der Schleuſen ohne allen Nutzen verdoppeln, und iſt übrigens nur ſcheinbar und trügeriſch, wie ſofort aus einander geſetzt werden ſoll.

Man weiß, daß, um Schiffe in eine Kammer zu laſſen, nachdem die Unterthore zugemacht worden, damit angefangen wird, die Kammer durch die Schoßthüren oder die Umläufe, deren Schütze gezogen werden, auf die ganze Höhe des Gefälles vom Spiegel

*) Die Kammer iſt der von Erde oder Mauerwerk aufgeführte Theil zwiſchen dem Oberhaupte, an welchem ſich die Fallmauer befindet, und dem Unterhaupte, von denen jedes ſeine Stemmthore hat, und in welchem ein oder zwei Schiffe Platz haben. Mitunter [im Deutſchen immer] wird auch alles zuſammen unter dem gemeinſchaftlichen Namen Schleuſe verſtanden.

**) Deshalb freilich nicht; allein darum, weil, wenn auch für den eingetauchten Theil des Schiffs weder beim Auf- noch beim Abſchleuſen etwas abginge, immer nur eine Kammer voll Waſſer für jedes Schiff auf jeder Seite des Vertheilungspunkts gebraucht wird, alſo um ſo weniger, je weniger Gefälle die Schleuſen bei gleichen Kammern haben, ſo daß um ſo mehr Schleuſen angelegt werden müſſen, je geringer der Waſſerzufluß im Vertheilungspunkte iſt. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

des Untergrabens bis zu dem des Obergrabens, in deren jedem eine Waſſertiefe von 5 bis 6 Fuß angenommen wird, zu füllen. Darauf werden die Oberthore geöffnet, und das Schiff, indem das Waſſer im Obergraben und der Kammer gleich hoch ſteht, in die leztere gebracht. Das Waſſer, welches durch das Schiff im Fortrücken aus der Kammer verdrängt wird, erſetzt eine gleiche Menge im Obergraben, ohne daß die Höhe der ganzen Oberfläche des Waſſers die geringſte Veränderung erlitte.

Hierauf werden die Oberthore geſchloſſen, und das Waſſer aus der Kammer durch die eben angegebenen Mittel in den Untergraben abgelaſſen, bis der Waſſerſpiegel in der erſtern einerlei Höhe mit dem in dem leztern erreicht hat, und dann gehen die Schiffe eben ſo tief im Waſſer des Untergrabens, als vorher in dem des Obergrabens, worauf die Unterthore geöffnet, und das Schiff aus der Kammer gelaſſen wird.

Aus dieſer Erklärung geht hervor, daß ſo viel Waſſer in die Kammer treten müſſe, als nöthig iſt, um dieſelbe ſo hoch, als das ganze Gefälle der Schleuſe iſt, anzufüllen, ohne daß für den Raum, den die Schiffe einnehmen, dem Behälter am Vertheilungspunkte oder andern zwiſchenliegenden etwas zu Gute käme. Dieſe Behälter ſind zur Speiſung der erſten Schleuſe beſtimmt *), aus der das Waſſer ſodann nach und nach herunter fließt, um die übrigen Schleuſen auf jeder Seite des Vertheilungspunkts zu füllen. Außerdem aber läßt man aus dieſen Behältern noch ſo viel Waſſer zufließen, daß dadurch das, was verdunſtet, ſich einzieht und ſonſt verloren geht, erſetzt werde, wenn dies nicht, wie vorher angeführt, durch weiter unten angelegte Waſſerfänge geſchehen kann.

Durch eine ähnliche, aber umgekehrte Art zu ſchließen, kann man ſich überzeugen, daß, wenn Schiffe aufgeſchleuſt werden, daſſelbe Statt finde.

Aus dem Geſagten läßt ſich daher abnehmen, daß die Waſſermenge zum Durchſchleuſen eines oder mehrerer Schiffe, die zuſammen in einerlei Kammer Platz haben, ſowohl herauf- als herunterwärts immer einem Prisma von der Höhe des Gefälles auf einer Grundfläche von der Größe der Oberfläche der Kammer gleich ſei, ohne daß man den Raum berückſichtigen dürfe, den die Schiffe in den Kammern einnehmen **).

*) Dies iſt die zur Füllung der Kammer erforderliche Waſſermenge.

**) Dies iſt unrichtig. Es iſt zwar wahr, daß jedesmal, wenn ein Schiff im Kanale aufgeſchleuſt wird, daſſelbe beim Einlaufen in die unterſte Kammer einen Waſſerkörper, deſſen Inhalt dem des eingetauchten Theils gleich iſt, in den Untergraben dränge, und alſo, wenn die Größe des oben beſchriebenen Prisma mit *a*, und die des eingetauchten Theils des Schiffs mit *b* bezeichnet wird, die nach geſchloßnen Unterthoren, um das Schiff bis in den Oberwaſſerſpiegel zu heben, einzulaſſende

Daſſelbe findet auch Statt, wenn Schiffe durch gekuppelte Schleuſen von gleichem Gefälle herunter gehen.

Sobald Schiffe durch gekuppelte Schleuſen aufwärts gehen, ſo iſt die Waſſermenge zum Durchſchleuſen eines Schiffs ſo viel Mal nöthig, als Kammern da ſind, eben ſo gut, als wenn zwiſchen je zwei und zwei Schleuſen Theile des Kanals lägen. Aber wenn das erſte Schiff durchgeſchleuſt und das Waſſer in den untern Kammern aufbewahrt worden, ſo wird für jedes folgende, wie beim Abſchleuſen, nur eine Kammer voll gebraucht, weshalb es gut gethan ſein würde, eine gewiſſe Anzahl Schiffe abzuwarten, um ſolche hinter einander weg aufzuſchleuſen.

In dem Falle, wo man wegen Nichtanwendung dieſer Vorſicht genöthigt wäre, eine größere Waſſermenge zu verwenden, könnte man doch nicht ſagen, daß dieſelbe für den Behälter im Vertheilungspunkte ganz verloren ſei, da ſolche dazu dienen würde, den Verluſt der untern Theile des Kanals durch Verdunſtung und andre gewöhnliche Urſachen zu erſetzen, was man doch, unabhängig von dem Bedarfe zum Durchſchleuſen, aus dem Behälter thun müßte.

Es muß hier eines Mittels gedacht werden, durch welches man den Waſſerbedarf zum Durchſchleuſen hat verringern wollen.

Daſſelbe beſteht darin, gemauerte Behälter außerhalb der Kammern längs denſelben, mit Schützen an ihren Einmündungen, um das Waſſer, je nachdem es nöthig, zu halten oder ablaufen zu laſſen, anzulegen.

Bei Anfüllung der Kammern würden dieſe Behälter zugemacht, und dagegen geöffnet, wenn nach dem Verſchluß der Oberthore die Schiffe abgeſchleuſt werden ſollten, damit ein Theil des Waſſers aus der Kammer in den Behälter gelaſſen und ſo lange darin aufbewahrt werden könnte, bis andre Schiffe auf- oder abgeſchleuſt werden ſollten, und ſo weiter.

Waſſermenge $= a - b + b = a$ ſei, und ſo in allen übrigen Schleuſen bis zum Vertheilungspunkte; allein wenn ein Schiff abgeſchleuſt wird, ſo geht zwar vor Oeffnung der Oberthore der erſten Schleuſe am Vertheilungspunkte aus dieſem durch die Umläufe oder Thüren in die Kammer die Waſſermenge a; davon tritt aber beim Einlaufen des Schiffs in dieſelbe b zurück in den Vertheilungspunkt, der alſo wirklich nur $a - b$ verliert. Wird dieſe erſte Schleuſe wieder abgelaſſen, ſo läuft $a - b + b$ alſo a in den Untergraben; allein ſobald das Schiff die Kammer verläßt, tritt b wieder in die letztere zurück, und jenes nimmt aus der erſten Schleuſe wieder nur die mitgebrachte $a - b$ mit, und ſo weiter bis zur letzten Schleuſe, ſo daß zum Auf- und Abſchleuſen eines Schiffs die Waſſermenge $2a - b$ erforderlich iſt. Anm. d. Ueb.

Digitized by Google

Solche Behälter müßten dann bei allen Schleuſen angelegt werden, indem ſonſt das bei den erſten zurückbehaltene Waſſer bei den untern fehlen würde.

Bei den großen Koſten einer ſolchen Anlage würde nicht einmal viel Waſſer dadurch erſpart, und von dem zurückbehaltenen könnte ſogar noch ein Theil durch die Schütze verloren gehen, ſo daß dies Mittel ſinnreicher erfunden, als mit Nutzen auszuführen iſt, ausgenommen in Fällen, wie der bei der Schleuſe bei Bouzinge auf dem Kanale von Furnes nach Ypres, welche 20 Fuß Gefälle hat, und wo daſſelbe dadurch mit Nutzen angewandt iſt, daß 2 Behälter angelegt worden, welche ohngefähr ⅔ des Waſſers zur einmaligen Füllung der Kammer aufnehmen. Die Beſchreibung dieſer Schleuſe findet man im zweiten Bande von Belidor's hydrauliſcher Architectur.

Wenn man Waſſer genug hat, ſo iſt es vortheilhaft, die Kammern ſo groß zu machen, daß mehrere Schiffe zugleich darin Platz haben, vorzüglich wenn das Erdreich ſo beſchaffen iſt, daß die Kammern nicht gemauert zu werden brauchen.

Um zu verhüten, daß bei Anſchwellungen der Yonne und Saône kein Waſſer aus dieſen Flüſſen in den Kanal trete, ſollen die erſte und die letzte Schleuſe Fluththore erhalten. Dieſe müſſen, ſo wie die Deiche, welche waagerecht zu beiden Seiten des Kanals zu liegen kommen, mehrere Fuß über den höchſten Waſſerſtand reichen.

Auch muß dafür geſorgt werden, daß nicht zu viel wildes und trübes Waſſer in den Kanal komme, um Beſchädigungen an, und Abſetzungen von Schlamm in demſelben zu verhüten. Ferner ſollen Ueberfälle angelegt werden (man ſehe Taf. 40.), welche zwar das Waſſer in der zur Schifffahrt nöthigen Höhe erhalten, über welche aber das Regenwaſſer und das außerdem zu viel in den Kanal kommende ablaufen kann. In mehrere ſolcher Ueberfälle müſſen auch Grundabläſſe zu liegen kommen, um die Theile des Kanals, bei denen es am nöthigſten iſt, trocken legen und reinigen zu können. Dieſe Ueberfälle müſſen übrigens in die Nähe der Schleuſen zu liegen kommen, damit der Schleuſenmeiſter die Aufſicht darüber führen könne. Die Grundabläſſe können auch von den Ueberfällen abgeſondert angelegt werden.

Die Grundabläſſe ſind vorzugsweiſe für die Theile des Kanals von Nutzen, welche von einer Schleuſe bis zur andern ſehr lang ſind, indem durch dieſelben vermieden wird, daß die Schleuſenmeiſter die untern Schleuſen nach und nach öffnen müſſen, was nöthig wäre, um, außer dem, was über die Ueberfälle abflöſſe, ſchneller eine große Menge Waſſer abzuführen. Sie dienen ferner dazu, das Waſſer aus den Theilen abzulaſſen, welche tiefer als die Schleuſen liegen, wenn dieſe oder der Kanal reparirt werden ſollen.

Digitized by Google

Die Ueberfälle müſſen zugleich ſo nahe als möglich an die Flüſſe und tiefen Stellen, in denen das Waſſer abfließen ſoll, und ſo weit es angeht, an ſolche Orte, wo der Boden von Natur am feſteſten iſt, zu liegen kommen, damit die Rinnen oder Graben, welche das Waſſer abführen ſollen, weniger Beſchädigungen ausgeſetzt ſeien.

Es müſſen auch Durchläſſe nach der Breite eines der Dämme angelegt werden, durch welche Bäche und Quellen, die helles Waſſer führen, in den Kanal geleitet werden, um dieſen zu ſpeiſen und einen Theil der vorhin erwähnten Verluſte zu erſetzen. (Man ſehe Tafel 41.)

Da, wo der Kanal Landſtraßen oder Feldwege durchſchneidet, werden ſteinerne Brücken von 24 Fuß Weite und 18 Fuß Länge im flachen Bogen, mit waagerechten Leinpfaden darunter, ſo angelegt, daß zum Durchgang der Schiffe noch 17 Fuß breit Raum bleibt. Die Böſchungen des Kanals werden, ſo lang der Leinpfad iſt, mit trockener Mauer bekleidet. (Man ſehe Tafel 42.)

Dieſe Brücken werden, ſo weit es ſich thun läßt, unmittelbar an Schleuſen gelegt, indem die Mauern der letztern bis unter die Brücken verlängert werden; in dieſem Falle werden die Brückenbogen nur 16 Fuß weit.

Um den Kanal über den Avrolles und die Armanſe, welche letztere bei St. Florentin in den Armanſon fällt, zu leiten, werden zwei Brück-Kanäle, der eine von einem, der andre von drei Bogen, ſo wie an den andern Orten, wo ſolches nöthig iſt, angelegt. (Man ſehe Tafel 43.)

Um die Bäche, welche den Zug des Kanals durchſchneiden, und das Regen- und andres Waſſer, das ſich in den Nebengräben ſammelt, und zu unrein iſt und zu tief liegt, um in den erſtern geleitet werden zu dürfen und zu können, unter demſelben durchzuführen, werden an den nöthigen Stellen Waſſerleitungen von hinreichender Weite angelegt. Die für den äußern Graben erhalten 9 Fuß Oeffnung und 20 Toiſen Länge; die übrigen bekommen in der Regel dieſelbe Länge und 4 Fuß Oeffnung.

Auch werden Dämme von trockner Mauer bei der Frécambault'ſchen Mühle und an mehreren andern Orten zu erbauen nöthig.

Die Kanal-Dämme auf der den Flüſſen zugekehrten Seite werden verbreitert und 3 Fuß über die höchſten Waſſerſtände erhöht werden müſſen, damit beim Austreten der letztern kein Waſſer in den Kanal kommen könne.

Auch müſſen beide Seiten dieſer Dämme mit trockner Mauer bekleidet werden, ſobald zu fürchten iſt, daß ſie vom Strome angegriffen werden könnten.

Digitized by Google

Sämmtliche Koſten ſind, wie ſchon vorher erwähnt, im Jahre 1727 von Hrn. Gabriel nur zu 10,808376 Livres berechnet worden. Hr. Thomaſſin hat ſie zu 19,263882 Livres angegeben, was zur Zeit der Anfertigung des Anſchlags viel ſein mochte, aber bei dem Preiſe, zu welchem die Lebensmittel ſeit 50 Jahren geſtiegen, jetzt richtig ſein könnte.

Wir haben den Entwurf und den Koſtenanſchlag vom erſten Theile dieſes Kanals, der auf 23207 Toiſen Länge vom Dorfe la Roche *) bis Tonnerre gehen ſoll, angefertigt, nachdem die topographiſchen Pläne und die Längen und Queerſchnitte deſſelben auf das genaueſte aufgenommen worden.

Die Richtung des Kanals wurde ausgeſteckt, und die Lage und das Gefälle der Schleuſen nach der Oertlichkeit beſtimmt. In den Scheitel jedes Winkels, welchen die Mittellinie des Kanals bildet, und an alle Stellen, in welche Schleuſen zu liegen kommen, wurden Steine geſetzt, und in die längſten Linien noch andre dergleichen zwiſchen dieſe. Auf die Oberfläche der Steine in den Scheiteln der Winkel wurden die Richtungen der Schenkel derſelben, und auf die andern gerade Linien, genau in der Richtung des zugehörigen Theils des Kanals, eingehauen, um die letztern von den erſtern unterſcheiden zu können.

Nach den zu größerer Sicherheit mehrmals wiederholten Nivellements wurden Tafeln berechnet, in welchen in zwei verſchiedenen Spalten die Entfernungen der einzelnen Theile der Sohle des Kanals und der Boden der verſchiedenen Schleuſen von den Oberkanten dieſer Steine angegeben waren.

Dieſer ganze Theil des Kanals ſoll vom niedrigſten Waſſerſtande des Armanſon bei Tonnerre an, bis zu dem der Yonne, 177 Fuß Gefälle erhalten. Darauf werden 17 Schleuſen angelegt, nämlich 6, mit Einſchluß von zwei gekuppelten, jede mit 8 Fuß, 2, jede mit 10 Fuß, 8, jede mit 12 Fuß, und eine an der Yonne mit 13 Fuß Gefälle. Ferner werden eben ſo viel Schleuſenmeiſter-Wohnungen, 8 Ueberfälle, von denen 3 mit Schützen zu Grundabläſſen verſehen ſind, 18 andre beſondere Grundabläſſe, 4 Durchläſſe, 53 Brücken über den Kanal, wovon 6 an Schleuſen liegen, 2 Brück-Kanäle, 16 Waſſerleitungen unter dem Kanale durch, 10 Buhnen, ein Damm, der Mühle bei Frécambault gegenüber, und 4 Hafen erbaut.

---

*) Das Dorf la Roche liegt bei dem 78ſten Meilenſteine vom Durchſchnittspunkte der Judenſtraße und des Palu-Marktes an, gegen Unſrer lieben Frauen zu Paris über, und ohngefähr 5000 Toiſen oberhalb Joigny. Tonnerre liegt beim 101ſten Meilenſteine.

Digitized by Google

Die Koſten zu allen dieſen Arbeiten ſind zu 7,179000 Livres veranſchlagt. Sie ſind in Betreff des Betrags in drei ziemlich gleiche Theile getheilt worden, damit ſie an drei verſchiedene Unternehmer verdungen werden können, welche ohngefähr in der Mitte ihrer Antheile wohnen müſſen, um die Ausführung derſelben beſſer leiten zu können. Dieſe einzelnen Theile des Baues ſind am 28ſten November 1777 im Finanzbüreau des Pariſer Kreiſes auf folgende Art in Verding gegeben worden: der erſte von 7566 Toiſen Länge zwiſchen la Roche und dem Vorwerk Duchy etwas über Brinon l'Archevêque an den ꝛc. Barthelemy Sautayra für 2,522200 Livres; der zweite von 7941 Toiſen Länge, vom Ende des vorigen bis etwas über Cäſars Lager bei dem Dorfe Flogny hinaus, an den ꝛc. Jacob Clemens Fromentin für 2,465300 Livres; der dritte von 7686 Toiſen Länge, vom Ende des vorigen bis etwas über Tonnerre, an den ꝛc. Adrian Laverſine für 2,191500 Livres.

Die zum Bau des Kanals in der Picardie und des Burgundiſchen, zur Schiffbarmachung der Charente, und zu den übrigen Arbeiten ähnlicher Art in den übrigen Theilen des Königreichs beſtimmten Summen wurden durch Rathsbeſchlüſſe vom 7ten September 1773 und vom 9ten Auguſt 1774, für jedes der beiden Jahre 1774 und 1775 mit 419873 Livres nach dem Kopfſteuerfuße auf alle Kreiſe der das Wahlrecht beſitzenden und der eroberten Provinzen ausgeſchrieben.

Durch einen andern Rathsbeſchluß vom 1ſten Auguſt 1775 wurden dieſe Gelder vom Jahre 1776 an auf 800000 Livres erhöht, indem mehrere wegen ähnlicher Arbeiten in den Auch'ſchen, Lyon'ſchen, Montauban'ſchen und Bordeaux'ſchen Kreiſen angeordnete Abgaben damit vereinigt wurden.

Im Jahre 1775 wurden die Materialien anzuſchaffen angefangen, und nach und nach die nöthigen Geſchirre und Maſchinen in Stand geſetzt. Zugleich wurde für den Armanſon an den Stellen ein neues Bette ausgegraben, welchen der Kanal ſo nahe gekommen ſein würde, daß er dadurch hätte beſchädigt werden können. Die Länge dieſer neuen Stücke des Bettes betrug zuſammen 2136 Toiſen.

Der Kanal wurde auch auf 6461 Toiſen ausgegraben. Es wurden dabei mehrere Compagnieen Schanzgräber angeſtellt, die für dieſelben Preiſe, welche den andern Arbeitern bezahlt wurden, in allen Arten von Boden gruben. Dieſe Vorſicht iſt nöthig, damit die Soldaten, die zuweilen zu ſolchen Arbeiten gebraucht werden, bei jeder einzelnen Rotte ſehen können, daß ſie nicht anders behandelt werden, als die Arbeiter aus der Gegend, die auf gleiche Weiſe mit ihnen beſchäftigt ſind. Auch wurden die von dieſen Schanzgräbern ausgegrabenen Theile am Ende jedes Monats, in Gegenwart des bei denſelben angeſtellten

ſtellten Ingenieurs, und des Hauptmanns jeder Compagnie ausgemeſſen und feſtgeſetzt, und die desfallſigen dreifach ausgefertigten Liſten jedesmal von dem betreffenden Hauptmanne und dem Brücken- und Wege-Ingenieur Herrn de la Veyne, der die Ausführung leitete, unterzeichnet.

Man kann von dem Preiſe, zu welchem die ausgethanen 10 Lieues verdungen worden, nicht auf die Koſten des ganzen Kanals ſchließen, da die Quadern und die harten Bruchſteine hier ſehr ſelten ſind, ſo daß erſtere großentheils über eine Lieue jenſeit Tonnerre, und letztere im Durchſchnitt ohngefähr 6 Lieues weit geholt werden müſſen, und weil die gemauerten Kaminern jenſeit Tonnerre an vielen Orten wegbleiben können, wo der Boden beſſer Waſſer hält.

Seit die Arbeit angefangen worden, hat man an manchen Orten weniger entfernt liegende Materialien entdeckt, wodurch die Ausgaben zum Vortheil der Königl. Kaſſen ſich vermindern können.

Die Burgundiſchen Stände hatten bei dem Vortheile, welchen der Kanal der Provinz, die er auf zwei Drittel ſeiner Länge durchſchneidet, gewähren muß, ſchon ſeit mehreren Jahren Summen zum Bau beſtimmt. Der König hat ihnen die Erlaubniß ertheilt, dieſe Summen zu verwenden, und außerdem auch noch die, welche ſie aufbringen wollen, um den Theil des Kanals zwiſchen Dijon und St. Jean-de-Löne anzufangen, auf welchem dadurch die Schifffahrt möglich werden wird, daß darein einſtweilen Waſſer aus der Ouche bei Dijon geleitet wird. Dieſe Arbeit iſt durch einen Rathsbeſchluß vom 30ſten October 1779 genehmigt, und dieſer von den Ständen am 23ſten Mai 1781 angenommen worden.

Der Herr General-Director der Finanzen trug dem Verfaſſer auf, gemeinſchaftlich mit dem Ober-Ingenieur der Brücken und Chauſſeen bei beſagten Ständen, auch Ritter des Königlichen Ordens, Herrn Dumorey, dieſen Theil des Hauptentwurfs des Burgundiſchen Kanals auszuarbeiten, und wurde der Entwurf und der Koſtenanſchlag am 20ſten December 1780 beendigt, und der Betrag der Koſten auf 3,886000 Livres geſchätzt. Hiebei ſind die Abmeſſungen zum Grunde gelegt worden, welche bei dem ſchon angefangenen Theile des Kanals im Kreiſe Paris, zwiſchen la Roche und Tonnerre, angenommen ſind.

Der Kanal wird nach dem Entwurfe 15145 Toiſen lang, wovon 14741 Toiſen 3 Fuß in eine einzige gerade Linie fallen, die an einem Hafen von 100 Toiſen Durchmeſſer bei dem Bollwerk St. Peter zu Dijon anfängt, und bis zu einem andern Hafen gleich unterhalb St. Jean-de-Löne läuft. An der Stelle, wo die Ouche die Richtung des Kanals ſchneidet, muß ein Brück-Kanal angelegt werden; ferner 19 Schleuſen, wovon die eine

bei St. Jean-de-Löne 11 Fuß Gefälle und Schutzthore wider die Ueberſchwemmungen der Saône, die andern aber 8 und 10 Fuß Gefälle erhalten, und außerdem 14 Brücken an den Stellen, wo der Kanal Wege durchſchneidet, und 3 Waſſerleitungen unter demſelben durch.

Dieſe Arbeiten wurden denen ꝛc. Machureau und Comp. verdungen, welche ſie im Jahre 1781 bei St. Jean-de-Löne angefangen haben. Dem ſtändiſchen General-Schatzmeiſter Herrn Chartrain de Montigny wurde die Leitung des Baues übertragen, und es läßt ſich weder an ſeinem Eifer noch an ſeiner Einſicht zweifeln.

Wenn von einer Schifffahrt von geringerer Bedeutung, als die auf dem Burgundiſchen Kanale, die Rede iſt, welche letztere bei ihrer Wichtigkeit und ihrem Nutzen auf gleiche Weiſe den Ruhm des Königs und die Wohlfahrt des Volks erhöht, ſo werden die dazu nöthigen Arbeiten mit mehr Sparſamkeit betrieben werden müſſen, zumal wenn es möglich iſt, die Flüſſe ſelbſt ſchiffbar zu machen.

Als Beiſpiel einer ſolchen ſparſameren Bauart kann das angeführt werden, was jetzt nach des General-Inſpectors der Brücken und Chauſſeen Herrn Tréſaguet Entwurfe zur Schiffbarmachung der Charente, unterhalb Civray in Poitou auf 40 Lieues Länge geſchieht. Die desfallſigen Arbeiten wurden im Jahre 1776 angefangen, ſollen 1,171213 Livres koſten, und beſtehen in 3 Kaſtenſchleuſen, 70 Stauſchleuſen mit Stemmthoren, alles von Mauerwerk, 3 Hafen, Durchſtichen an mehrern Stellen, und andern hierher gehörigen Werken.

Die Stauſchleuſen erhalten Stemmthore und Wände, welche auf jeden Zoll Gefälle 1 Fuß Länge haben. Das Gefälle beträgt auf der Charente in der Regel 3 Fuß 6 Zoll, wie gewöhnlich bei den Mühlen, welche beibehalten und bei denen die Schleuſen angelegt werden. Dieſe Stauſchleuſen werden nach einer neuen ſinnreichen und weniger koſtbaren Einrichtung, welche man dem Hrn. ꝛc. Tréſaguet verdankt, erbaut. Die Schifffahrt durch dieſelben iſt viel ſchneller und ſicherer, als vorher, wo man ſich, wie gewöhnlich, der Fallhölzer bediente. Die Beſchreibung dieſer Stauſchleuſen mit Stemmthoren findet man in dem von Hrn. de la Lande, Mitgliede der Akademie der Wiſſenſchaften, vor Kurzem herausgegebenem Werke über die Schifffahrts-Kanäle S. 392 ff. *)

*) Dieſes aus einem Folio-Bande beſtehende Werk iſt in Paris bei der Witwe Deſſaint, in der Foin-St. Jacques-Straße, zu haben.

Digitized by Google

Auszug

aus dem Entwurfe des Theils des Burgundiſchen Kanals zwiſchen la Roche und Tonnerre, welcher am 1ſten Julius 1776 verdungen worden.

Dieſer Entwurf und die dazu gehörigen Koſten-Anſchläge ſollen hier nicht ganz mitgetheilt werden, da ſie zu ſtark ſind. Die von einem Theile des Kanals, einer Schleuſe, einer Brücke neben einer ſolchen, einer dergleichen zwiſchen zwei Schleuſen, und einem Brück-Kanale, als von den wichtigſten Gegenſtänden, werden hinreichend ſein. Den Anfang ſoll die Angabe der bei Anfertigung des Entwurfs befolgten Ordnung machen.

Im Eingange des Entwurfs werden die verſchiedenen Gegenſtände, von denen derſelbe handelt, im Allgemeinen angegeben. Das erſte Kapitel handelt vom Zuge des Kanals, und von den Stellen, auf welche die verſchiedenen ſteinernen Bauwerke zu liegen kommen ſollen.

Das zweite Kapitel enthält die Abmeſſungen des Kanals und der Dämme an demſelben, die Art und Weiſe, wie die Erde ausgegraben und vertheilt wird, und andre hierher gehörige Gegenſtände.

Das dritte Kapitel betrifft die ſteinernen Bauwerke im Allgemeinen, und iſt in ſo viele Abſchnitte getheilt, als Arten von ſolchen Bauwerken vorkommen.

Im vierten Kapitel iſt angegeben, woher die Materialien kommen, und wie dieſelben verwendet und bearbeitet werden ſollen.

Das fünfte Kapitel endlich enthält die allgemeinen Bedingungen, welche der Unternehmer eingehen muß.

Es folgen nunmehr das zweite, vierte und fünfte Kapitel, und Auszüge aus den beiden übrigen.

Auszug aus dem erſten Kapitel.

Zu mehrerer Deutlichkeit in der nachfolgenden Beſchreibung ſoll in derſelben auf die Nummern der Merkſteine, die zur Bezeichnung ſowohl der Linien und der Scheitel der Winkel des Kanalzugs, als der Lage der Schleuſen und Brücken, geſetzt und eingemauert worden, Bezug genommen werden.

Die erſte Linie, von der Yonne ab bis gegen den Weg von Migenes nach Cheny (beide Dörfer), iſt mit der Straße von Joigny nach Tonnerre auf 791 Toiſen Länge, gleichlaufend und zwar in ohngefähr 100 Toiſen Entfernung von der Außenkante beſagter

Straße, und beinahe dem Ende von drei Vierteln des Wegs bis zum Meilenſtein Nr. 78. auf beſagtem Wege gegenüber.

Im Anfangspunkte dieſer Linie wird eine Schleuſe angelegt, und zwar dem Vereinigungspunkte des Kanals mit der Yonne ſo nahe als möglich, damit bei hohem Waſſerſtande und in ſolchen Zeiten, wo die Schifffahrt unterbrochen werden muß, das ſtillſtehende Waſſer nicht auf eine größere Länge des Kanals Schlamm und Sand abſetzen könne. Sie erhält ihre gewöhnlichen Thore, und ein Paar Noth- oder Fluth-Thore, damit man ſich zu allen Zeiten vor den nachtheiligen Wirkungen des großen Waſſers ſchützen könne, und 12 Fuß 4 Zoll 8 Linien Gefälle, damit der Boden derſelben 2 Fuß unter den kleinſten Waſſerſtand des Fluſſes zu liegen komme.

Die Stellen, in welche dieſe und alle übrige Schleuſen zu liegen kommen, werden durch eingemauerte Merkſteine, welche gehörigen Orts, mit Rückſicht auf das nach der ganzen Länge des Kanals angeſtellte Nivellement, geſetzt werden, bezeichnet. In je eine der Seitenanſichten, ſowohl dieſer als der Steine, welche die Richtungen der einzelnen Linien des Kanalzugs und die Spitzen der dadurch gebildet werdenden Winkel bezeichnen, iſt eine Lilie und eine arabiſche Ziffer in nebenſtehender Art (1) eingehauen, und dabei die Reihenfolge der Steine beobachtet worden. Nur die Steine, welche die Stellen bezeichnen, in welchen Schleuſen angelegt werden ſollen, haben auf den Seiten, welche denen mit den arabiſchen Ziffern entgegengeſetzt liegen, römiſche Ziffern, wie I, II, III u. ſ. w. erhalten, wobei ſich alle Ziffern auf den Hauptplan beziehen, auf welchem die Steine und die Nummern mit rother Farbe angegeben ſind. Der Stein, welcher die gedachte erſte Schleuſe bezeichnet, und daher mit 1 und I bezeichnet iſt, ſteht am Eingange eines Hafens, von im Boden 200 Toiſen Länge und 30 Toiſen Breite. Die übrigen Hafen werden nur 100 Toiſen lang und 20 Toiſen breit. Man hat für nöthig gehalten, den erſten Hafen darum größer zu machen, weil dieſe mehrere Größe während des Froſtes, der Eisgänge und der Ueberſchwemmungen, die im Winter öfters plötzlich und häufig eintreten, der Schifffahrt ſehr nützlich werden kann, und weil die Schiffe, welche ſowohl den Kanal als die Yonne befahren, hier einen ſichern Zufluchtsort finden.

Der Kanal zwiſchen dieſer erſten und der folgenden Schleuſe wird waagerecht gelegt, ſo daß der Unterboden der obern Schleuſe mit dem Oberboden der untern Schleuſe genau in einerlei Höhe zu liegen kommt.

Ein Gleiches findet in Betreff der Theile des Kanals zwiſchen allen übrigen Schleuſen Statt, für welche dieſelbe Bemerkung gilt.

Digitized by Google

Der Winkel, den die erſte Linie des Kanals mit der zweiten macht, enthält 158°, und fällt links. Der Scheitel deſſelben wird ſo abgerundet, daß jeder der Schenkel der hierher gehörigen krummen Linie 30 Toiſen lang iſt, und deren äußere Enden die gedachten geraden Linien berühren.

Die krummen Linien in allen übrigen Winkeln werden nach denſelben Verhältniſſen verzeichnet. Nur bei zu ſtumpfen oder zu ſpitzen Winkeln finden einige Abänderungen Statt, auf welche nach den örtlichen Umſtänden bei Verzeichnung der Linien Rückſicht genommen werden wird.

Ueber dieſe erſte Strecke des Kanals werden 3 Brücken zur Erhaltung der Verbindung zwiſchen den benachbarten Dörfern, und dieſen und der Landſtraße angelegt.

Dieſe Brücken werden mit rothen Linien in den Plan getragen, und durch den Buchſtaben P, und eine Ziffer daneben, welche angiebt, die wievielte jede Brücke von der erſten an ſei, bezeichnet, wie P — 1, P — 2, P — 3.

Die zweite Linie, welche auf dem Steine Nr. 3. anfängt, wo die vorhergehende aufhört, wird 3200 Toiſen lang, bildet mit der dritten einen nach der rechten Seite offenen Winkel von 155°, und läuft durch das Dorf Enon bis zum Stein Nr. 13. etwas jenſeit der neuen Mühle, dem 82ſten Meilenſteine gegenüber.

Von den 9 Steinen, welche zwiſchen die erwähnten in dieſe Linie geſetzt worden, um deren Richtung unverändert zu erhalten, geben die auf einer Seite mit 4 und 8 bezeichneten zugleich die Stellen zweier Schleuſen an, und ſind in dieſe deshalb nach ihrer Ordnung auf den entgegengeſetzten Seiten die römiſchen Ziffern II und III eingehauen.

Die erſte von dieſen beiden Schleuſen, welche durch den 4 und II numerirten Stein bezeichnet wird, iſt von der in der erſten Linie um 996 Toiſen 4 Fuß entfernt, fällt etwas jenſeit des 79ſten Meilenſteins, erhält 10 Fuß Gefälle, und kommt 215 Toiſen 1 Fuß vom Anfang der zweiten Linie entfernt zu liegen.

Die andre Schleuſe, in derſelben Linie, von der vorigen 2019 Toiſen 4 Fuß entfernt, und ohngefähr dem 81ſten Meilenſteine gegenüber, jenſeit des Enon'ſchen Mühlbaches, erhält 4 Fuß Gefälle, und iſt durch den Stein Nr. 8 und III bezeichnet.

In dieſelbe Linie kommen 6 Brücken, jede von einem Bogen, zu liegen, um die Verbindung zwiſchen beiden Ufern des Kanals zu erhalten, ſo auf dem Plane mit P — 4, P — 5, P — 6, P — 7, P — 8 und P — 9 bezeichnet ſind; ferner 4 Waſſerleitungen zur

Abführung verſchiedener Bäche, welche von den Höhen herunter in den Armanſon fließen, und endlich 3 Ueberfälle für die Bäche Migènes und Pré-Martin, deren ſtets reines Waſſer zu allen Zeiten in den Kanal geleitet werden kann, u. ſ. w.

Zweites Kapitel.

Abmeſſungen des Kanals und der dazu gehörigen Dämme, Ausgrabung und Vertheilung der Erde, und andre hierher gehörige Arbeiten.

Um beim Vortrage der verſchiedenen Theile dieſes Kapitels mehr Ordnung und Deutlichkeit zu beobachten, ſoll zuvörderſt im Allgemeinen angegeben werden, was den Gegenſtand deſſelben ausmacht, und darauf, wie die einzelnen Gegenſtände eingerichtet und benutzt werden ſollen.

Nachdem die Mittellinie des Kanals nach den eingemauerten Steinen in den Winkelſpitzen und zwiſchen dieſen auf das Genaueſte nachgeſehen und beſtimmt, die waagerechten Strecken den Durchſchnitten gemäß regulirt, die verſchiedenen Höhen derſelben überall durch ſtarke in die Erde geſchlagene Pfähle feſt angegeben, und die Köpfe der letztern mit Rückſicht auf die Tiefe des Abtrags bezeichnet worden, werden auf jeder Seite zwei gleichlaufende Linien gezogen, deren eine die untere, und die andere die obere Breite des Kanals bezeichnet. Die erſte dieſer beiden Linien fällt 15 Fuß von der Mitte entfernt, damit die Sohle des Kanals 30 Fuß Breite erhalte, die andre aber 30 Fuß von dieſer Mittellinie, um 60 Fuß obere Breite hervorzubringen.

Der Kanal wird in der Mitte, ſenkrecht gemeſſen, 7½ Fuß tief, ſo daß die Ufer deſſelben 2füßige Böſchung erhalten, und 2 Fuß 6 Zoll über dem Waſſerſpiegel bleiben, von welchem an der Kanal überall 5 Fuß tief wird.

Die Deiche oder Dämme, welche auf beiden Seiten angelegt werden, um Leinpfade zu bilden, werden 18 Fuß in der Krone breit, welche letztere auf jeden Fuß nach der äußern Kante zu ½ Zoll Fall erhält, um alles Regenwaſſer vom Kanale abzuhalten, welches ohne dieſe Vorſicht nach den Böſchungen zu laufen, und dieſelben auswaſchen und beſchädigen würde.

Wenn dieſe Deiche höher, als der gewachſene Boden zu liegen kommen, erhalten ſie 1½füßige Böſchung, ſonſt aber nur einfüßige, ausgenommen in ſandigem Boden, wo die Böſchung wie vorher 1½füßig bleibt.

Digitized by Google

In dieſe Deiche kommt auch eine 4 Fuß ſtarke bis 4 Fuß unter die Sohle des Kanals reichende Wand zu liegen, die von Thon, wenn dergleichen ſich in der Nähe findet, ſonſt aber nur von guter Erde aufgeführt wird. Bei Anfertigung dieſer Wand wird ſolche 2 Fuß höher gehalten, als der Waſſerſpiegel, da ſie ſich mit der Zeit bald bis auf 1 Fuß über dem letztern zuſammenſetzt, und dieſe Höhe haben und behalten muß. Dieſe Wand läuft in der Mitte der Breite der Dämme auf beiden Seiten durch die ganze Länge des Kanals fort, damit ſich kein Waſſer durchziehen und verlieren könne, was ohne dieſe Vorſicht in einem ſo lockern Boden, der faſt überall aus reinem Kies beſteht, ohne Zweifel der Fall ſein würde.

An den Stellen, wo das Waſſer des Armanſon bei hohem Stande über die Deiche weg ſteigen könnte, werden Nebendämme aufgeführt, deren Böſchung von der Außenkante der eigentlichen Deiche anfängt. Dieſe Nebendämme werden bis auf 3 Fuß über dem höchſten Waſſerſtande aufgeführt und auf beiden Seiten abgeböſcht, und zwar auf der nach den Deichen zu um $\frac{2}{3}$ der Höhe, oder auch mehr, wenn die Beſchaffenheit des Erdreichs dies nöthig machen ſollte, auf der andern aber einfüßig. Sie werden 12 Fuß in der Krone breit, und die letztere erhält daſſelbe Queergefälle nach der äußern Seite zu, als die der Deiche.

Da an mehrern Stellen, durch welche der Kanal läuft, der Boden nicht auf beiden Seiten in der Waage liegt, und daher das Waſſer, welches bei Gewittern oder ſtarkem Regen, oder auch wenn der Schnee ſchmilzt, von den Anhöhen und Feldern in der Nähe heftig herunterſtrömt, die Dämme verwüſten und einreißen, und den Kanal beſchädigen, oder auch wohl gar ausfüllen würde, ſo wird es nöhig, um den Zufluß dieſes Waſſers abzuhalten, und zugleich zu verhüten, daß dem Lande daraus Nachtheil erwachſe, vor den Deichen einen Nebengraben zu heben, in welchem ſich dieſe Fluthen ſammeln, und hernach vermittelſt der im vorigen Kapitel mit angeführten Abzüge unter dem Kanale durch in den Fluß abfließen können. Dieſe Nebengraben kommen gleichlaufend mit den Deichen zu liegen, von deren äußerem Fuße ſie durch eine Berme getrennt werden, welche breit genug iſt, um den Deich vor Beſchädigungen zu ſchützen, und das Durchſiekern des Kanalwaſſers zu verhüten. Die Größe der Queerſchnitte der Graben richtet ſich nach der Größe und der mehr oder minder ſteilen Lage der Felder, von denen ſie das Waſſer aufzunehmen im Stande ſein ſollen. Zu dieſem Ende erhalten die Bermen 9 Fuß Breite und 2füßige Böſchung nach dem Nebengraben zu. Die Größe des Queerſchnitts des letztern wird nach den als zu berückſichtigen angeführten Umſtänden, und nach der Beſchaffenheit der dem darin ſich ſammeln

den Waſſer zu ſchaffenden Ausmündungen beſtimmt. Im Allgemeinen wird es hinreichend ſein, die Nebengraben oben 12 bis 18 Fuß, unten 6 bis 8 Fuß breit, und 4 Fuß tief zu machen, wenn nicht in einem oder dem andern beſondern Falle, als z. B. wenn viel Erde gebraucht wird, oder wenn von ausgedehnten Bergflächen eingeſchloſſene Thäler in der Nähe liegen, eine Ausnahme nöthig wird.

Die Nothwendigkeit, an mehrern Orten nahe bei ſandigen und ſteilen Abhängen weg zu gehen, erfordert es, hier noch mehr Sorgfalt und Umſicht anzuwenden, um zu verhüten, daß das Erdreich an den auszugrabenden Stellen nicht nachſtürze, und es wird deshalb unerläßlich ſein, die Böſchungen nicht allein 1½füßig zu machen, ſondern auch, von 9 Fuß zu 9 Fuß Höhe, 6 Fuß breite Abſätze ſtehen zu laſſen, um das Verſanden der Graben zu verhindern. Dieſe Abſätze erhalten, wie die Dämme, ein geringes Gefälle nach ihrer äußern Seite, d. h. nach dem Berge zu, um die Böſchungen hier gleichfalls zu ſichern, die bei ſtarkem Regen noch leichter beſchädigt und ſogar eingeriſſen werden können.

Bauart.

Nachdem alle hiervor angegebene Abmeſſungen ausgeſteckt, und durch unveränderliche Merkmale auf das feſteſte bezeichnet, hierauf die gute Erdlage, ſoweit der Kanal, die Deiche und die Nebengraben gehen ſollen, ausgeſtochen, und zur Hälfte auf jede Seite geſchafft worden, um zu den Wänden in der Mitte der Deiche, wovon früher die Rede geweſen, gebraucht zu werden, wird mit dem Ausgraben des Kanals der Anfang gemacht. Zu dieſem Ende wird zuerſt ein Graben längs der Mittellinie gehoben, zu deren beiden Seiten hierauf die Arbeiter angeſtellt werden, um die Erde auszugraben und auf die Stellen zu ſchaffen, auf welche die Deiche zu ſtehen kommen ſollen. So wie dieſer Graben tiefer wird, bleiben Abſätze ſtehen, und in angemeſſenen Entfernungen Auffahrten und Ruheplätze, um das Auskarren des Abtrags zu erleichtern. Sobald man bis zur Tiefe der Sohle des Kanals gekommen iſt, werden in dieſelbe aufs neue Pfähle geſchlagen, um deren waagerechte Lage genau zu beſtimmen, und in gewiſſen Entfernungen ſowohl in der Mitte als auf beiden Seiten Lehren angebracht, um jene Lage nach der Länge ſowohl als nach der Breite zu erhalten. Hierauf wird alles Erdreich vollends ausgegraben, auch die Sohle fertig gemacht und nachgearbeitet, um die Böſchungen der Ufer in Ordnung bringen zu können.

Dieſe, wie ſchon geſagt, 2füßigen Böſchungen werden oben und unten durch Schnuren von wenigſtens 15 Toiſen Länge bezeichnet, und müſſen je in eine einzige Ebene fallen,

wozu

wozu man ſich vom Tiſchler angefertigter Lehren bedient, deren Abmeſſungen und Form dem Unternehmer mitgetheilt werden ſollen, welcher ſo viele davon anſchaffen muß, als zur guten Ausführung der Arbeit erforderlich ſind. Der Unternehmer muß vorzüglich darauf ſehen, daß die Böſchungen weder hohl, noch gewölbt, noch wellenförmig ausfallen, ſondern in ihrer ganzen Oberfläche genau gearbeitet werden; haftet im entgegengeſetzten Falle für deren ſchlechte Anfertigung, und macht ſolche auf ſeine Koſten noch ein Mal.

Bevor von der aus dem Kanale gegrobenen Erde Deiche geſchüttet werden, muß der gewachſene Boden aufgehauen, der darauf liegende Raſen weggeſchafft, alle darin befindliche Baumſtubben und Geſträuche ausgerodet, und alle fremde Körper, welche die Verbindung des gewachſenen Bodens mit dem darauf zu ſchüttenden Erdreich hindern könnten, wodurch dem Baue ſehr nachtheilige Oeffnungen, durch welche Waſſer ſickern könnte, entſtehen würden, weggeſchafft werden. Ferner müſſen alle Schollen zerſchlagen, und die Erde, ſo wie ſie ausgekarrt wird, immer ausgebreitet werden, damit durchaus keine hohle Stelle bleibe, und ſich alles gleichförmig ſetze. Auch muß die ausgegrabene gute Erde immer vorzugsweiſe außerhalb auf die Seite des Deichs nach dem Kanale zu gebracht werden, ſowohl um das Durchſickern beſſer zu verhindern, als auch um die Böſchungen dauerhafter zu machen, und das Aufgehen und Fortkommen des darauf zu ſäenden Samens zu befördern.

Die Kronen der Deiche werden, wie die Sohle des Kanals, nach der Länge ſtets waagerecht geführt, ausgenommen in der Nähe der Brücken und Schleuſen, deren über den Kanal erhöhte Lage Rampen nöthig macht, damit man eines Theils leichter dazu könne, andern Theils das Ziehen der Schiffe bequemer ſei. Dieſe Kronen erhalten, wie ſchon geſagt, $1\frac{1}{2}$ Zoll Gefälle auf jeden Fuß Breite nach der Landſeite zu, um das Regenwaſſer nach dieſer letztern zu leiten, damit daſſelbe die Böſchungen nicht beſchädigen könne.

Um das Durchſickern des Waſſers durch das Erdreich zu verhüten, worin der Kanal angelegt wird, und welches im Allgemeinen kieſig und nicht vorzüglich geeignet iſt, ſich von ſelbſt zuzuſetzen, wird zuvörderſt, vor Aufſchüttung der Erde zu den Deichen, an allen den Stellen, wo es nöthig zu ſein ſcheint, ein Graben gehoben, in welchen die ſchon erwähnte Wand zu ſtehen kommen ſoll. Dieſe Graben müſſen immer, ſo weit als es angeht, in der Mitte der Deiche bleiben, damit zwiſchen den Böſchungen des Kanals und dem Thon oder der guten Erde, womit die Graben ausgefüllt werden, ſo viel Raum bleibe, daß, wenn die Wände durch die Feuchtigkeit auflaufen, daraus kein Schub auf die Böſchungen entſtehen könne. Die Tiefe der Graben richtet ſich nach der Lage der

Digitized by Google

Sohle des Kanals, unter welche ſie wenigſtens 4 Fuß tief reichen müſſen, damit der Druck der aufzubringenden Erde und dieſe Tiefe einigermaaßen der Wirkung des Drucks des Waſſers das Gleichgewicht halten, und verhindern können, daß das letztere ſich nicht unterhalb einen Ausweg verſchaffe, was geſchehen könnte, wenn die Wand flacher angelegt würde.

Von dieſen Graben werden nur immer 6 bis 8 Toiſen lange Stücke auf ein Mal gehoben, damit man deſto leichter durch bloßes Schöpfen das Waſſer wegſchaffen könne, was ſich gewiß jedesmal findet, bevor man die erforderliche Tiefe erreicht.

Sobald die Sohle des Grabens abgeglichen und zugerichtet iſt, wird die Erde eingebracht, und in Lagen von 8 Zoll Höhe mit der Handramme eingeſtampft, ohne daß Kies, Tuf oder Sand daeunter ſein darf, und wobei alle Schollen zerſchlagen, und aller Raſen und alle Wurzeln und fremde Körper, die darunter ſein könnten, mit der größten Sorgfalt herausgeworfen werden. Auch wird jede Lage angefeuchtet, damit ſie ſich deſto geſchwinder ſetzen könne und eine um ſo feſtere Maſſe bilde. Außerdem muß, wenn die Wand die vorgeſchriebene Höhe erreicht hat, die Oberfläche derſelben abgerundet, und gut mit der hintern Seite der Schirpen geſchlagen und abgeglichen werden, damit das durch den obern Theil der Deiche etwa dringende Regenwaſſer nicht darauf ſtehen bleiben könne.

Die Bänke, welche außer den Deichen aufgeführt werden ſollen, um die Arbeiten am Kanale vor dem Austreten und den plötzlichen Ueberſchwemmungen des Armanſon zu ſchützen, werden nach den vorangeführten Maaßen aufgeführt. Nur muß der Raſen an den Stellen, wo ſich dergleichen findet, vor Schüttung der Deiche weggenommen und aufbewahrt werden, um die äußern Böſchungen der Theile dieſer Bänke damit zu bekleiden, welche dem Angriffe des Waſſers am meiſten ausgeſetzt ſind, und ſind dieſelben allenfalls, wo es nöthig iſt, mit trockner Mauer zu befeſtigen.

Da der Fall eintreten könnte, daß bei ſtarken Land- oder Gewitterregen das Waſſer mit großer Geſchwindigkeit von den höher liegenden Flächen in die Nebengraben ſtrömte, und die letzteren zur Aufnahme deſſelben zu enge wären, wodurch die Erde an mehreren Stellen ausgewaſchen, an anderen aber wieder zugeſchwemmt werden würde, je nachdem der Boden mehr oder weniger haltbar wäre, ſo wird es nöthig ſein, die Stellen, welche ſolchen Unfällen ausgeſetzt zu ſein ſcheinen, je mit einer auf die Sohle gelegten Faſchinenlage zu befeſtigen, die mit mehrern queer durchgehenden Reihen Pfählen befeſtigt iſt; allein da die Lage und Größe der Stellen, wo dies nöthig iſt, nur nach ganz zufälligen Umſtänden und Ereigniſſen beſtimmt werden kann, ſo werden ſolche Anlagen nicht eher gemacht, als

Digitized by Google

bis der an Ort und Stelle wohnende Baubeamte die Nothwendigkeit und die erforderliche Beſchaffenheit derſelben feſtgeſetzt haben wird.

Um die Theile des Kanals, welche an Bergabhängen weglaufen, die Kronen der Deiche, auf welchen der Leinpfad liegt, deren Böſchungen und Bermen (die ſchon vorher beſchrieben worden) noch mehr gegen die durch ſtarke Regengüſſe gebildeten Schluften zu ſchützen und zu vertheidigen, wird es gut ſein, 1 Fuß vom untern Ende jeder dieſer Böſchungen eine lebendige volle Hecke zu pflanzen, damit dieſer ſandige und lockere Boden, wenn er nachſtürzen ſollte, vor dieſen Hecken, welche übrigens ſo lange, bis ſie etwas feſt geworden, durch eine Reihe dahinter angebrachter Pfähle geſchützt werden, liegen bleibe. Ein Gleiches muß in der Oberkante des Abhanges geſchehen, um den Sand, Kies und Steinſchutt abzuhalten, den das Waſſer von den höher liegenden Feldern mitbringen könnte, weshalb dieſe Hecken noch dichter und buſchiger als die vorgedachten ſein, und 5 bis 6 Fuß rückwärts gepflanzt werden müſſen, damit das Waſſer beim Herunterſtürzen nicht zu gleicher Zeit das Erdreich auswaſche und die Hecken entwurzele.

Die neuen Betten, in welche der Armanſon an den ſchicklichen Stellen geleitet werden ſoll, werden ſo ausgegraben, daß an ihren äußern Enden ein Stück ſtehen bleibt, welches dick genug iſt, damit das Waſſer nur langſam und ſchwer durchdringe, und daß man ohne Waſſerſchöpfung ſo tief kommen könne, daß, wenn der Fluß in den Durchſtich geleitet wird, erſterer ſich ſelbſt eine freie und hinreichende Durchflußöffnung verſchaffe. Zu dieſem Ende müſſen dieſe neuen Flußbetten beim Ausgraben jederzeit einiges Gefälle nach den unteren Enden zu erhalten, damit das etwa durchdringende Waſſer ſich nach denſelben ziehen könne, ohne den Arbeitern beſchwerlich zu werden. Aus demſelben Grunde muß auf die ganze Länge die Mitte tiefer als die andern Theile gehalten werden, was durch einen 3 bis 4 Fuß breiten und 18 Zoll tiefen Graben bewirkt werden kann, der zugleich, wenn das Waſſer wirklich eingelaſſen wird, dem Laufe deſſelben eine beſtändigere und gleichförmigere Richtung geben wird. Dies vorläufige Verfahren kann übrigens nur zur beſſern Erhaltung der Ufer beitragen, indem dadurch die Gegenſtrömungen vermieden werden, welche ſich von den letzteren entfernen, und nach den tiefſten Stellen zu gehen, weil ſie in dieſen weniger Widerſtand finden.

Ein Theil der oberen Lagen der auszugrabenden Erde wird zur Schüttung eines Dammes durch das alte Flußbette am obern Ende deſſelben gebraucht. Dieſer Damm muß wenigſtens dreimal ſo breit in der Krone werden, als das Waſſer vor demſelben Druckhöhe hat, und ſo hoch, daß das letztere nie darüber ſtrömen und ſeinen frühern Lauf herſtellen

könne. Das untere Ende bleibt offen, damit das Wasser, welches oft genug trübe ist, indem es in das alte Bette staut und darin still steht, Schlamm absetze, und den abgedämmten Theil nach und nach ausfülle. Die übrige aus dem neuen Bette auszugrabende Erde wird, so viel als möglich, auf das Ufer nach dem Kanale zu geworfen, damit diese Seite bei Ueberschwemmungen immer am besten geschützt sei. Außerdem muß zwischen dem Rande dieses neuen Ufers, und dem Fuße der Böschung des Dammes, eine Berme von wenigstens 12 Fuß Breite stehen bleiben, damit weniger Last auf dieses Ufer drücke, und wenn etwa die Böschung sich über eine größere Grundfläche verbreiten oder nachfallen sollte, das Erdreich nicht bis in das neue Bette gelangen könne.

Da sich beim Ausgraben des Kanals viele Stellen finden dürften, wo die erforderliche Tiefe nicht erreicht werden kann, ohne auf Wasser zu stoßen, so wird dem Unternehmer zur Pflicht gemacht, Rinnen oder Ableitungskanäle in den Richtungen, nach den Abmessungen und mit dem Gefälle, so ihm vorgeschrieben werden sollen, anzulegen, damit man, so weit die örtlichen Umstände es erlauben, dies Wasser ohne Ausschöpfen loswerden und in den Fluß leiten könne.

Der Unternehmer ist ferner gehalten, die Rinnen und Graben, welche vermittelst der Wasserbehälter klares Wasser in den Kanal leiten, zu öffnen, zu reguliren und zu reinigen, auch dafür zu sorgen, daß die daraus erfolgende Erde auf eine solche Weise auf den Ufern vertheilt werde, daß kein schmutziges Wasser, oder solches, was Aufschwemmungen verursachen möchte, in jene Rinnen gelangen könne. Aus diesem Grunde muß er zugleich diesem unreinen Wasser Abzug in die Nebengraben verschaffen.

Er muß ferner die Abzüge ausgraben und anlegen, durch welche das Wasser aus den Bächen, den Nebengraben und sonst, unter dem Kanale durch nach dem Flusse geleitet werden soll.

Endlich liegt demselben ob, alle Erdarbeiten, sowohl Ab- als Aufträge jeder Art, die zum Betrieb und zur Vollendung der Arbeit gehören, als Deiche, Fangedämme und andre einstweilige Arbeiten, zur Aufstellung von Scheibenkünsten und Schaufelwerken oder andern Maschinen zur Beschleunigung des Wasserschöpfens, Graben, Rinnen, Sümpfe zur Sammlung des Wassers, Grundgraben sowohl zu den Schleusen als zu den Brücken, Wasserleitungen, Wasserbehältern, Ueberfällen, Uferbekleidungen ꝛc., und zu den übrigen Mauer- und Zimmerarbeiten jeder Art, zu besorgen.

Sobald die auszugrabende Erde zu den Auffüllungen nicht hinreicht, so wird die fehlende in wenigstens 12 Fuß Entfernung von dem Fuße der Deiche mit denselben gleichlau-

Digitized by Google

ſend, und höchſtens bis zum Waſſerſpiegel ausgeſtochen, auch der äußere Rand der desfalls anzulegenden Gruben mit dem innern gleichlaufend angelegt.

Auszug aus dem dritten Kapitel, welches die Mauerarbeit betrifft.

Kaſtenſchleuſe von 10 Fuß Gefälle.

Alle dieſe Schleuſen werden einander ähnlich; eine kommt jedesmal oberhalb, die andere unterhalb, und zwiſchen beide eine Kammer zu liegen, wobei gewöhnlich alles zuſammen mit dem gemeinſchaftlichen Namen Schleuſe bezeichnet wird. Jede erhält 2 Stemmthore mit ihren Kammern, zuerſt aus einander laufende Flügelmauern, und dann noch ſolche, rechtwinklicht auf die Länge. Die Kammer wird nicht größer, als daß ein Schiff darin Platz findet. Die Schleuſenwände kommen jede in 8 Fuß Entfernung von der Mittellinie, mit derſelben gleichlaufend, alſo 16 Fuß von einander entfernt, zu liegen. Jede derſelben wird zwiſchen den aus einander laufenden Flügelmauern 21 Toiſen 4 Zoll lang, auf dem Grundwerke 7 Fuß 6 Zoll ſtark und 16 Fuß 6 Zoll hoch. Die äußerſten 18 Fuß 2 Zoll von der Länge jeder dieſer Mauern, in welche die Stemmthore und die Drempel zu liegen kommen, werden lothrecht aufgeführt. In den Kammern erhalten ſie in den oberen 14 Fuß Höhe, von einem 2 Fuß 6 Zoll über dem Grunde befindlichen, 2 Zoll breiten Abſatze an, 6 Linien Anlauf auf den ſteigenden Fuß. Auf die hintere Seite jeder Mauer kommen 5 Strebepfeiler zu liegen, deren jeder 4 Fuß lang und eben ſo ſtark wird. Zwei davon kommen an die Enden der Kammerwand, jedoch außerhalb derſelben zu liegen, und die übrigen in gleichen Entfernungen dazwiſchen. Dieſe Mauern und Strebepfeiler erhalten 3 Fußbänke, die erſte von 4 Zoll Breite in gleicher Höhe mit dem Abſatze auf der innern Seite, die beiden andern jede von 14 Zoll 6 Linien Breite in je 4 Fuß 8 Zoll Höhe über der erſten und über einander, wobei dieſe Kammerwände 15 Zoll unter der Oberkante noch 4 Fuß ſtark bleiben, und von hier an eine Deckſchicht ohne Anlauf erhalten. Alles zuſammen kommt waagerecht auf ein durchgehendes Mauerwerk zu ſtehen, welches in der Mitte der Kammer 3 Fuß, unter den Kammerwänden aber 4 Fuß ſtark iſt, und auf der äußern Seite der letzteren 6 Zoll abſetzt. Dieſer Unterſchied von 1 Fuß entſteht daher, daß der Queerſchnitt des Bodens ein umgekehrter Bogen von 15 Fuß 8 Zoll Sehne und 1 Fuß Höhe iſt. Dieſer Bogen geht übrigens nur durch die Länge der Kammer.

Digitized by Google

An jedem Ende jeder Schleuſenwand wird eine auswärts laufende Flügelmauer ſo angelegt, daß der waagerechte Schnitt der Stirnfläche derſelben durch die Diagonale eines Quadrats, deſſen Seite 7 Fuß lang iſt, gebildet wird, und vom Ende jeder ſolchen an noch ein 18 Fuß langes Stück Mauer, rechtwinklicht auf die Richtung der Schleuſenwände. Am obern Ende werden die auswärts laufenden Mauern 6 Fuß, die andern im Anfangspunkte 4 Fuß, am äußern Ende 2 Fuß 6 Zoll ſtark; am untern Ende die erſteren 7 Fuß, die letzteren im Anfangspunkte 6 Fuß, am Ende 3 Fuß ſtark. Alle dieſe Mauern werden oberhalb 6 Zoll ſchwächer als unten, indem auf der hintern Seite, in der Höhe der zweiten Fußbank der Kammerwände, ein eben ſo ſtarker Abſatz gelaſſen wird. Die Stirnflächen derſelben werden lothrecht aufgeführt, erhalten aber überall einen Abſatz von 2 Zoll, wie die Kammerwände.

Die Theile, in welche die Stemmthore und die Drempel zu liegen kommen, werden von den Enden der Kammerwände an 18 Fuß 2 Zoll lang. Der Boden, ſowohl des obern als des untern, kommt in einerlei waagerechte Ebene mit dem Grundbette des zugehörigen Theils des Kanals zu liegen, und zwar auf 11 Fuß 6 Zoll Länge, bis zum Scheitel des ausſpringenden Winkels, welchen der Drempel bildet, und auf 2 Fuß 8 Zoll weiter bis zum Ende der Wendehöhlung. Jeder Drempel ſpringt um dieſe 2 Fuß 8 Zoll, als um den 6ten Theil der Weite der Schleuſe zwiſchen den Wänden, vor.

Der Drempel und das folgende 4 Fuß lange Stück, vom tiefſten Punkte der Wendehöhlung an, kommen auch waagerecht zu liegen, ſo daß das Gefälle hinter dem Ober-Drempel bis auf die Mitte des Kammerbodens 10 Fuß 9 Zoll, aber nur 10 Fuß bis auf die Oberkante des Unter-Drempels, nach welcher Oberkante das Gefälle der Schleuſe beſtimmt wird, beträgt.

Die obere Thorkammer wird 13 Fuß tief unter der Unterkante des Drempels gegründet, als ſo tief das unter der Kammer, den Schleuſenwänden und Flügelmauern überall durchgehende Mauerwerk zu liegen kommt.

Die Grundmauer unter der untern Thorkammer und dem Unter-Drempel, ſo wie die Mauern vor den Schleuſenwänden, kommen noch 3 Fuß tiefer zu liegen, als die unter dem Schleuſenboden und den Schleuſenmauern, und ſogar mehr als 3 Fuß, wenn das Waſſer ſo weit ausgeſchöpft werden kann. Dieſe Grundmauer wird dann noch bis zur lothrechten Ebene durch die Stirnflächen der rechtwinklicht auf die Richtung der Schleuſe liegenden Flügelmauern fortgeführt, und hört in derſelben auf.

Digitized by Google

Damit unter dieſen beiden Grundmauern kein Waſſer durchdringen könne, ſo werden unter die obere 2 einfache, und unter die untere 2 doppelte Reihen Spundbohlen, jede 42 Fuß lang, und rechtwinklicht auf die Richtung der Schleuſenwände, geſchlagen, und zwar die einen 18 Fuß 6 Zoll weit jenſeit der Winkelſpitze des Drempels, alſo an dem Ende des Vorbodens, und die andern 4 Fuß 8 Zoll dieſſeit, alles nach den Mittellinien gerechnet, wobei die letzteren Reihen unter die Mitten der dem Haupte zunächſt liegenden Strebepfeiler fallen, und ohngefähr 3 Fuß 6 Zoll darüber hinausgehen.

Die Wendehöhlungen *) werden nach der davon zu gebenden Zeichnung und Beſchreibung aufgetragen. In die Schleuſenwände kommen Vertiefungen oder Niſchen, in welche die Stemmthore und die Schutzthüren paſſen. Dieſe Niſchen werden für die Thore 13 Zoll tief, und da, wo die Schutzthüren hintreffen, noch 6 Zoll tiefer. Von dieſen Niſchen und Wendehöhlungen an bleibt auf jeder Seite noch ein Stück von 4 Fuß Breite ſtehen, und dieſe Stücke, zuſammengenommen mit der Böſchung der Kammerwände, bilden dann ſymmetriſche Pilaſter, um das Aeußere der Schleuſe ſo angenehm in die Augen fallend zu machen, als bei Bauten dieſer Art möglich iſt.

Die Schleuſenwände werden mit einer 15 Zoll hohen, durchaus 2 Fuß 6 Zoll breiten Schicht, welche eine Platte bildet, abgedeckt, und die übrigen Mauern mit einer eben ſolchen, aber nur 2 Fuß breiten Schicht. Der übrige Theil der Mauerſtärke und der Strebepfeiler wird mit geſpaltenem Sandſtein in Sand überpflaſtert.

Bei den Schleuſen ſollen keine Zimmerarbeiten weiter vorkommen, als die zu den Thoren und zu den früher erwähnten Reihen Spundbohlen, weil Zimmerarbeit ſich nicht gut mit dem Mauerwerk verbindet, daher hierbei leicht Waſſer durchdringen kann, und dies der Feſtigkeit der Schleuſen ſtets nachtheilig iſt.

Da es des beſſern Aeußern wegen gut ſein wird, die Dämme am Kanale in einerlei Richtung bis zu den Schleuſen fortzuführen, zugleich aber der Boden an den unteren Enden der Schleuſen in der Regel um das ganze Gefälle derſelben höher liegen wird, ſo würde die Böſchung an jeder ſolchen Stelle zu ſteil ſein, als daß das Erdreich ſich von ſelbſt erhalten könnte. Darum ſollen hier trockne Futtermauern aufgeführt werden, vor welche unterhalb eine Reihe Pfähle zu ſtehen kommt, um dem Druck der Erde auf die ganze Länge

*) Weiter hinten folgt die Erklärung des Kupfers, und die geometriſche Verzeichnung der Wendehöhlung.

Digitized by Google

der Rampen, von 6 Zoll Fall auf die Toiſe, von der gewöhnlichen Höhe der Dämme an, bis zum Unterhaupte der Schleuſe widerſtehen zu können.

Um zu verhindern, daß das Waſſer beim Ausſtrömen aus der Schleuſe den Grund auswaſchen könne, ſoll unterhalb auf 10 Toiſen Länge und 5 Toiſen Breite ein Boden von Faſchinen, erſt mit Heidekraut und dann mit ſtarkem Sandſteinpflaſter darüber, angelegt, und dies alles wieder am äußern Ende durch Pfähle, ſo durch Riegelhölzer verbunden ſind, zuſammengehalten werden. Oberhalb wird ein eben ſolcher Boden, aber nur eine Toiſe lang, angebracht.

Bauart.

Ausgraben der Bauſtelle.

Die Graben, welche wegen Anlegung der Mauern nöthig ſind, werden nach und nach immer in waagerechten Schichten, bis auf die vorher angegebene Tiefe gehoben, und 6 Fuß breiter gehalten, als die Entfernung der Hinterſeiten der Mauern und Strebepfeiler; wobei zugleich für eine ſolche Böſchung geſorgt wird, daß das Erdreich, welches im Allgemeinen ſandig iſt, nicht nachfallen könne. Auf dieſen Hinterſeiten werden auch die Rinnen angelegt, welche das Waſſer aus der Baugrube in die Sümpfe, die am äußern Ende des untern Theils angelegt werden, leiten, aus denen es dann, durch deshalb anzulegende Maſchinen, weggeſchafft wird. Das ausgegrabene Erdreich wird mit Schiebkarren oder in Körben in die Nähe der Schleuſe geſchafft, und damit vorzugsweiſe die Rampen am Unterhaupte geſchüttet, aber auch die Schleuſenwände hinterfüllt.

Schöpfmaſchinen.

Beim Ausgraben der Bauſtelle wird unterhalb angefangen, wenn dies zur Erleichterung der Waſſerſchöpfung dient, und auf dieſer Seite eine hinreichende Menge Maſchinen und Gerüſte angebracht, um jene zu beſchleunigen. Es muß unterſucht werden, ob nicht in einzelnen Fällen mit Vortheil die Flüſſe und ſelbſt der Wind als bewegende Kräfte angewandt werden können.

Grundwerke.

Nachdem die Grundgraben waagerecht bis 3 Fuß unter der Sohle des Untergrabens, und wenigſtens 6 Fuß unter derſelben, ſo weit das Unterhaupt und die zugehörigen Schleuſen-

ſenwände reichen, gehoben, und durch die Schöpfmaſchinen entweder ganz oder theilweiſe trocken gelegt und erhalten worden, ſo wie es ſich bei der Ausführung am paſſendſten finden wird, werden zuerſt zwei Schichten große Bruchſteine, zuſammen von 1 Fuß Höhe, ſo lagerhaft als möglich eingebracht, zuvor aber geſpitzt, um ſie ſo nahe an einander zu bringen, als es angeht. Die erſte Schicht wird trocken in Moos verſetzt und mit Steinen, welche in das letztere getrieben werden, ausgezwickt; die zweite Schicht mit gutem Mörtel von Kalk und Sand.

Dies Mauerwerk wird bis auf 2 Fuß unter dem umgekehrten Bogen, unter der Kammer mit demſelben und den übrigen oberhalb waagerecht abzugleichenden Theilen gleichlaufend fortgeführt.

Hierauf kommt eine Schicht Mauerwerk von harten Steinen, welche bis zur Größe eines Eies, höchſtens, zerſchlagen worden, und gutem Mörtel von Kalk und Sand, von 1 Fuß mittlerer Höhe, bis auf 10 Fuß 6 Zoll auf jeder Seite von der Mittellinie der Schleuſe.

Kammer.

Der Kammerboden wird nach einem umgekehrten Kreisbogen, wie ſchon vorher erwähnt, angelegt, um dem Drucke des Waſſers, welches darunter kommen könnte, um ſo beſſer widerſtehen zu können, 15 Toiſen lang und unten 16 Fuß breit. Zuerſt werden 7 ganze und 2 halbe Gurte an den äußern Enden der Kammer angelegt, welche 11 Fuß 3 Zoll von Mitte zu Mitte von einander entfernt ſind. Die Steine, welche dieſe Gurte bilden, werden ſo gelegt, daß die Fugen derſelben erweitert einerlei Achſe ſchneiden, daß einer um den andern 16 Zoll und 24 Zoll lang iſt, jeder in der innern Wölbung 1 Fuß breit, und einer um den andern 10 Zoll und 14 Zoll hoch iſt. Zum Verſetzen dieſer Steine wird eine Lehre, die vom Tiſchler angefertigt wird, gebraucht. Die Enden dieſer Gurte oder umgekehrten Bogen legen ſich auf jeder Seite gegen eine laufende Schicht Quadern, welche als erſter Wölbſtein in umgekehrter Richtung dient, 15 Zoll hoch und 18 Zoll breit iſt, und oberhalb 3 Zoll vor den erſten Wölbſteinen des gedachten Bogens vorſteht.

Die Zwiſchenräume zwiſchen dieſen Gurten werden mit im Durchſchnitt 14 Zoll ſtarken gebrannten Steinen und Cementmörtel auf dem erwähnten Mauerwerk von zerſchlagenen Steinen ausgefüllt, und dieſe Mauerſteine abwechſelnd auf die hohe und auf die breite Seite, in Verband unter einander und mit dem Mauerwerk darunter, verſetzt. Die oberſte Schicht muß auf die hohe Kante normal auf den umgekehrten Bogen, und

mit jeder zugehörigen Schicht in den Gurten, ſowohl in den Lagerflächen als in der innern Wölbung, in eine Richtung zu ſtehen kommen, damit die Krümmung in allen Theilen des Kammerbodens gleichförmig ſei.

Die Schicht, welche den Anfang des Bogens von Mauerſteinen bildet, wird nicht eher verſetzt, als bis die letztern eingebracht ſind.

Auf die vorerwähnte Schicht, welche die erſten Wölbſteine des umgekehrten Bogens bildet, kommt eine zweite, 15 Zoll hohe, zu liegen, welche aus 2 Fuß 6 Zoll bis 3 Fuß langen, 1 Fuß breiten Läufern, und 12 bis 15 Zoll in der Stirnfläche langen, 15 bis 16 Zoll tief in die Mauer greifenden Bindern beſteht. Dieſe Schicht bildet den Abſatz von 2 Zoll in den Schleuſenwänden. Auf derſelben werden auf jeder Seite Gurte, die mit denen in den umgekehrten Bogen zuſammentreffen, aufgeführt, in welchen die Quadern, aus denen ſie beſtehen, 1 Fuß hoch und einer um den andern 16 Zoll und 24 Zoll lang ſind, und 12 Zoll und 15 Zoll tief in die Mauer reichen, und die ½ Zoll Böſchung auf den Fuß Höhe erhalten.

Der übrige Theil der Stirnflächen der Schleuſenwände wird von Mauerſtein ſo aufgeführt, daß die zugehörigen Schichten mit den Quadern in den Gurten gleich hoch abgeglichen werden können, und die Backſteinmauer mit den Gurten einerlei Böſchung erhält. Dieſe Mauerſteine werden abwechſelnd 8 Zoll und 12 Zoll von der Stirnfläche an ſtark, und um die Hälfte ihrer Länge in Verband, und ſo wie die Steine in den Bogen und Gurten, mit Cementmörtel vermauert.

So wie die Gurte aufgeführt und die Räume dazwiſchen mit Mauerſteinen ausgeglichen werden, muß auch dahinter ein Gemäuer von harten zerſchlagenen Kieſeln und Cementmörtel, im Durchſchnitt unten 1 Fuß, oben 8 Zoll von der Hinterkante der Gurte und der Backſteinmauer an gerechnet, aufgeführt werden.

Der übrige Theil der Stärke der Mauern und Strebepfeiler wird von Bruchſteinen und Sandkalk ſo aufgeführt, daß dies Mauerwerk zuerſt mit der untern durchgehenden Schicht der Schleuſenwände, hernach aber je mit den Steinen in den Gurten gleich hoch abgeglichen wird, zugleich aber um einige Zoll nach der Breite mit dem Theile von zerſchlagenen Steinen Verband hält.

Die Kammerwände werden mit einer 1 Fuß hohen Schicht Quadern abgedeckt, welche eine Platte bildet, und überall 2 Fuß 6 Zoll ſtark iſt. Die Stirnfläche dieſer Schicht

Digitized by Google

erhält dieſelbe Böſchung, als die Mauer darunter, und wird oberhalb auf derſelben Seite abgerundet. Die einzelnen Steine werden wenigſtens 4 und 6 Fuß lang, unter einander durch 18 Zoll breite, 2 Zoll tiefe Einſchnitte, auf deren beiden Seiten rechtwinklicht 6 Zoll ſtehen bleiben, mit einander verbunden, in Cement ohne Keile verſetzt, und in den Fugen mit eben ſolchem Mörtel vergoſſen und verſtrichen.

Das Mauerwerk des übrigen Theils der Schleuſenwände und Strebepfeiler hört in der Höhe der Unterkante der eben erwähnten Deckſchicht auf, und erhält oberhalb 2 Zoll Gefälle auf den Fuß nach der Landſeite zu. Darauf kommt ein 3 Zoll ſtarker Eſtrich von kleingeſchlagenen Steinen und Mörtel von Kalk und Cement, und darauf wieder ein $\frac{1}{2}$ Zoll ſtarker Guß von eben ſolchem Mörtel, welcher nach allen Richtungen mit der Schneide eines kleinen hölzernen Schlägels zuſammengeſchlagen wird, um die entſtehenden Riſſe immer gleich, ſo wie ſie ſich zeigen, zu ſchließen, und zwar ſo lange, bis der Mörtel trocken und ſchwarz iſt.

Oberhaupt der Schleuſe.

Zur Gründung des Mauerwerks unter dem Oberhaupte der Schleuſe werden zuerſt zwei Reihen Spundbohlen queer unter der Schleuſe durch, an den früher angegebenen Stellen geſchlagen, nachdem ſie gut abgerichtet und nach der Breite überall gleich ſtark gearbeitet worden. Dieſe Bohlen werden 9 Fuß lang, 8 bis 9 Zoll breit, 4 Zoll ſtark, und in Zwingen, welche aus zwei 6 bis 8 Zoll ſtarken Stücken Holz beſtehen, eingerammt, damit ſie genau in eine Flucht zu ſtehen kommen. Um dieſelben dichter zuſammenzutreiben, werden zuerſt immer je die vierte Spundbohle eingerammt, und hiervon eine um die andere mit den Zwingen zuſammengebolzt, die letzte aber am ſtärkſten. Die auf dieſe Weiſe entſtehenden Fache werden hierauf genau mit den übrigen Spundbohlen ausgeſetzt, und letztere dann nach und nach gleichförmig, vorſichtig und ſo lothrecht als möglich eingerammt. Die Spundbohlen werden mit eiſernen Schuhen beſchlagen, welche mit Einſchluß der Federn und Nägel 8 Pfund ſchwer ſind.

Der eine Theil jeder Zwinge beſteht aus 2, der andere aus 3 Stücken, die auf 18 Zoll Länge mit einander verzahnt werden, und wobei jeder Stoß auf die Mitte des gegenüber liegenden Stückes treffen muß. Dieſe Zwingen werden während des Rammens durch 4 bis 5 Fuß lange, 6 Zoll ſtarke Stücke von Pfählen befeſtigt, welche zu dieſem Ende von 6 zu 6 Fuß geſchlagen werden. Hernach wird alles in der Höhe der Unterkante der Grundmauer abgeſchnitten.

Auf jede Seite der Spundbohlen und Zwingen kommt eine 18 Zoll starke und hohe Mauer von Bruchsteinen und Cementmörtel, deren Oberkante mit der der Spundbohlen gleich hoch liegt.

Hierauf wird eine Mauer aufgeführt, welche unter dem ganzen Oberhaupte der Schleuse und der Stärke der auf die Länge der letztern rechtwinklichten Flügelmauern, bis auf 10 Fuß 9 Zoll durchgeht.

Auf der Stirnseite dieser Mauer nach der Kammer zu, wohin das Gefälle zu liegen kommt, wird eine Schicht Quadern eingebracht, deren Oberkante durch den Anfang des umgekehrten Gewölbes, welches den Kammerboden bildet, geht. Die Steine in derselben bilden abwechselnd die Läufer und Binder des halben Gurts am Ende der Kammer, und kommen senkrecht auf die Stirnfläche der gedachten Mauer zu liegen, so daß sie, einer um den andern, 15 und 20 Zoll in der Mauer stecken.

Die untere Schicht der Schleusenwände, welche einen Absatz bildet, läuft auf der Oberfläche der eben erwähnten Steine in gleicher Höhe und Stärke durch.

Ueber diesem halben Bogen wird auf jeder Seite ein halber Gurt an der Stirnfläche der Schleusenwand, welche mit der der vorerwähnten Mauer rechtwinklicht zusammentrifft, und in jede Stirnfläche abwechselnd 8 und 12 Zoll tief eingreift, aufgeführt. Jeder solche Gurt erhält in der Kammerwand einen halben Zoll Anlauf auf den Fuß, und wird in der Fallmauer lothrecht aufgeführt.

In die Mitte der Stirnfläche kommt noch ein Gurt zu liegen, welcher einerlei Schichtenhöhe mit den zugehörigen in den vorher erwähnten einspringenden Winkeln hat. Der übrige Theil der Stirnfläche zwischen diesen Gurten wird eben so stark, und in eben solchem Verbande, als in den Schleusenwänden, von Mauersteinen 6 Fuß 9 Zoll hoch aufgeführt.

Auf der entgegengesetzten Seite dieser Mauer nach dem Obergraben zu werden oberhalb zwei Schichten, wie die in den untern Theilen der Kammerwände, versetzt, welche bis unter die zugehörigen Mauern an den Enden der Schleusenwände laufen, und mit dem Mauerwerk dahinter in Verband sein müssen. Diese Schichten und die Mauer selbst werden mit Sandkalk aufgeführt.

Auf diese beiden Schichten kommt in dem Raume zwischen den Schleusenwänden eine dritte, überall 4 Fuß breite, 15 Zoll hohe zu liegen, deren Stoßfugen in dem Mittelpunkte

eines Kreiſes von 16 Fuß Halbmeſſer zuſammenlaufen *), und in welcher jeder Stein, auf der Seite nach dem Mittelpunkte zu, 3 Fuß lang iſt. Dieſe ſchräge Lage der Fugen ſoll verhindern, daß die Steine, welche den Drempel bilden, und wovon hernach die Rede ſein wird, nicht zurückweichen können, was wegen der Wirkung des Stoßes der Stemmthore möglich wäre. Die Oberfläche dieſer Schicht kommt in gleiche Höhe mit dem Grundbette des Obergrabens zu liegen.

Eine eben ſolche Schicht, gleichfalls mit ſchräg, aber in entgegengeſetzter Richtung nach der Mittellinie zu laufenden Stoßfugen, wird auf die Fallmauer der Schleuſe gelegt, und 24 Zoll hoch, alſo 9 Zoll höher, als die vorerwähnte. Dieſe Steine werden auf der Seite, nach welcher zu die Fugen zuſammenlaufen, 3 Fuß, der mittelſte aber, der den Schlußſtein bildet, 4 Fuß in der Stoßfuge lang. Die Länge der Stoßfugen zwiſchen den übrigen richtet ſich nach dem Raume, der bis zum Drempel, wovon gleich die Rede ſein wird, übrig bleibt. Dieſe Schicht ſpringt auf 1 Fuß Höhe 4 Zoll vor der Stirnfläche der Fallmauer vor, und die Oberkante derſelben wird abgerundet.

Dieſe Schicht mit zuſammenlaufenden Fugen, und die auf der entgegengeſetzten Seite, legen ſich beide auf jeder Seite gegen Quadern, die als Widerlagen dienen.

Von der hintern Seite der einen von dieſen Schichten mit zuſammenlaufenden Stoßfugen, bis zu der der andern, wird auf die durchgehende Mauer 1 Fuß hoch Mauerwerk von zerſchlagenen Steinen und Cementmörtel gebracht.

Der Drempel und ein Stück vor demſelben beſteht aus 7 Steinen, deren Stoßfugen in einerlei Mittelpunkt mit denen der Schicht über der Stirnfläche der Fallmauer zuſammen-, und die bis zum Drempel in einerlei Höhe fortlaufen. Dieſe Quadern ſind, ſo weit ſie den Drempel ſelbſt bilden, 2 Fuß, vor demſelben aber nur noch 15 Zoll hoch, und endigen ſich in 2 Fuß Entfernung von der Spitze deſſelben, mit der Fallmauer gleichlaufend. Diejenigen dieſer Quadern, auf welche die Wendeſäulen zu ſtehen kommen ſollen, müſſen wenigſtens 40 Cubikfuß groß ſein, ſo hart und geſund als möglich ausgeſucht, und auf andre 1 Fuß hohe Quadern verſetzt werden, ſo daß die Pfannen der Wendeſäulen in die Mitte derſelben eingelaſſen werden können. Alles dies wird nach der davon zu gebenden

*) Nach dem hierher gehörigen Kupfer müßte dieſe Stelle heißen: „deren Stoßfugen auf jeder Seite der Mittellinie der Schleuſe nach der Länge unter einander gleich laufen, mit dieſer Mittellinie aber einen Winkel bilden, der dadurch beſtimmt wird, daß die der letztern zunächſt liegende Fuge ſie in 16 Fuß Entfernung von der nach dem Drempel zu gekehrten Seite der Schicht ſchneidet.“

Anm. d. Ueb.

Lehre gearbeitet. Auf die Vorderseite der Quadern, welche den Drempel bilden, und auf die der mit zusammenlaufenden Stoßfugen, die nach dem Kanale zu eingebracht werden, kommen in 10 Zoll durchschnittsmäßiger Stärke Mauersteine auf die Lage Mauer von zerschlagenen Steinen, welche hier 5 Zoll höher als anderwärts wird. Die Oberfläche derselben wird in gleicher Höhe mit dem übrigen Theile des Bodens der Thorkammer abgeglichen. Von der Oberfläche dieser Quadern fangen die Wendehöhlungen an, welche mit der größten Genauigkeit aufgerissen werden müssen. Alle diese Quadern im Oberhaupte nebst den übrigen Schichten, Bogen und Gurten von solchen, werden in Cementmörtel versetzt. Die Steine, welche die Wendehöhlungen bilden, werden mit den daran stoßenden verklammert.

Der übrige Theil der Schleusenwände auf der beschriebenen Grundmauer, von der Kammer bis zur Spitze des Winkels, den die aus einander laufenden Flügelmauern bilden, wird von 12 bis 15 Zoll hohen Quaderschichten aufgeführt, und bei Eintheilung der Läufer und Binder in denselben, welche eben solche Abmessungen erhalten, als die in den untern durchlaufenden Schichten der Kammerwände, die Form der Thor-Nischen und die Rücksprünge in denselben berücksichtigt, um die Arbeit dauerhaft zu machen und einen guten Verband hervorzubringen. Diese Schichten greifen eine um die andere 8 und 12 Zoll in die schrägen Flügelmauern, und bilden so halbe Gurte in den letztern. Eben solche halbe Gurte kommen auf jede Seite jedes der andern Winkel der Flügelmauern, in welchen die Quadern mit denen in den vorgedachten Schichten einerlei Höhe erhalten.

Die übrigen Theile der Stirnflächen dieser Mauern werden eben so stark und in eben dem Verbande, als die Kammerwände, mit Ziegeln bekleidet.

Die noch übrigen Theile der Schleusenwände, welche in das Oberhaupt fallen, werden von Mauerwerk aufgeführt, und mit einer Deckschicht, wie die Kammerwände, belegt; allein hinter die Wendehöhlung kommen höhere Quadersteine zu liegen, in welche die Thorhalseisen eingelassen und vergossen werden können.

Die Deckplatten auf den schrägen und den rechtwinklicht auf die Länge der Schleuse liegenden Flügelmauern werden nur 2 Fuß breit, und in die Enden der letztern kommen unter den Deckschichten, welche bis zu den innern Seiten der Kronen der Dämme längs dem Kanale laufen, 3 Schichten rauhe Werkstücke zu liegen. Alle diese Deckplatten werden durch 212 eiserne, 18 Zoll lange, 18 Linien breite, 8 Linien starke Klammern mit einander verbunden, wenn dies bei der Ausführung für nöthig gehalten wird, und muß dies Eisen zusammen 236 Pfund wiegen.

Die 3 Fuß von der Länge jeder dieser Mauern, um welche dieselben vom Ende der Deckplatten an, in das Erdreich einbinden, bleiben einen Fuß unter der Oberkante dieser Deckplatten, und werden eben so hoch mit Erde bedeckt.

Der ganze übrige Theil der Schleusenwände, Flügelmauern und Strebepfeiler wird mit Sandstein in Sand überpflastert, so daß die Oberfläche des Pflasters mit der der Deckplatten in gleiche Höhe zu liegen kommt. Indessen wird das Pflaster und die Deckplatten bei den Wendehöhlungen nicht eher eingebracht, als bis die Thorhalseisen eingelassen und vergossen sind.

Unterhaupt der Schleuse.

Das Unterhaupt der Schleuse erhält dieselben Abmessungen, und wird eben so gebaut, als das Oberhaupt, jedoch mit folgenden Ausnahmen.

Das Grundwerk dieses Theils wird, wie vorher gesagt, wenigstens 3 Fuß tiefer gelegt, als das der Kammer. Queer unter demselben durch werden 2 doppelte Reihen 4 Zoll starke Spundbohlen, so daß jede Fuge auf die Mitte einer Bohle trifft, in Zwingen geschlagen, da in diesem Theile ein weit stärkerer Wasserdruck Statt findet. Diese doppelten Spundwände erhalten dieselbe Lage gegen das Unterhaupt, als die vorerwähnten einfachen gegen das Oberhaupt, und werden eben so wie die letztern behandelt.

Die Steine des halben Gurts laufen in einerlei Breite von 4 Fuß durch, und werden so bearbeitet, daß die Fugen im Mittelpunkte eines Kreises von 16 Fuß Halbmesser zusammenlaufen.

Die Grundmauer geht bis unter die Stirnfläche der rechtwinklicht auf die Richtung des Kanals stehenden Flügelmauern. Sie endigt sich mit 3 eben solchen Schichten, als die ähnlich liegenden Mauern am Oberhaupte, von denen die letzte, zwischen den äußern Enden der aus einander laufenden Theile der Flügelmauern, Stoßfugen, welche im Mittelpunkte eines Kreises von 30 Fuß Halbmesser zusammenlaufen, und gleiche Höhe mit dem Unterdrempel oder der Sohle des Untergrabens erhält. Diese Schicht wird 3 Fuß breit oder in den Stoßfugen lang, 15 Zoll hoch, und jeder Stein auf der Seite nach dem Kanale zu 2 Fuß lang. Der Raum zwischen dieser Schicht und den Quadern, welche den Unterdrempel bilden, wird mit 15 Zoll starken Platten in Verband ausgesetzt, deren jede 8 bis 10 Cubikfuß enthält. Alles Mauerwerk von Quadern wird mit Cementmörtel versetzt.

In jeder der Stirnflächen der aus einander laufenden und rechtwinklicht auf die Richtung der Schleuse liegenden Flügelmauern wird nach der Linie, in welcher dieselbe von der

Oberfläche der anliegenden Böſchungen des Untergrabens geſchnitten wird, ein halber Gurt von Quaderſteinen angelegt, deſſen Schichtenhöhen mit den in den übrigen Gurten zuſammentreffen, und rechtwinklicht auf die Böſchung eine Verzahnung bilden, um mit der anliegenden Uferbekleidungsmauer in Verband gebracht werden zu können. Die Länge dieſer Steine in den Stirnflächen der Mauern iſt abwechſelnd 18 Zoll und 2 Fuß, und in den Böſchungen 9 Zoll und 15 Zoll.

Der Raum zwiſchen dieſem halben geböſchten Gurte und dem vorhergehenden wird, wie früher beſchrieben, mit Mauerſteinen bekleidet. Nach Beendigung des Mauerwerks werden alle Stirnflächen der Schleuſenwände, der aus einander laufenden und der rechtwinklicht auf die Länge der Schleuſe ſtehenden Flügelmauern nachgeputzt und mit Mörtel von Kalk und Cement verſtrichen, die Fugen aber ſo lange gerieben, bis der Mörtel in denſelben trocken und ſchwarz wird. Ein gleiches Verfahren wird in Hinſicht der Fugen zwiſchen den Mauerſteinen beobachtet.

Zur Erhaltung der Böſchungen der Dämme, welche von der Krone der am Untergraben bis zur Oberfläche der Schleuſenwände anſteigen, werden trockene Futtermauern unten 2 Fuß, oben 18 Zoll ſtark aufgeführt. Da die Queerſchnitte dieſer Böſchungen bei einerlei Grundlinie von 15 Fuß am untern Ende der Schleuſe höher ſind, als am Untergraben, ſo werden ſie am obern Ende ſteiler werden und windſchiefe Flächen bilden.

Vor und hinter den beiden Schichten mit zuſammenlaufenden Stoßfugen werden 2 Boden, einer oberhalb, der andere unterhalb angelegt, damit das Grundbette des Kanals nicht durch den beſchleunigten Lauf und den Fall des Waſſers vor der obern und hinter der untern Schleuſe ausgewaſchen werden könne. Von dieſen Boden wird der obere nur 2 Toiſen, der untere 10 Toiſen lang, beide 5 Toiſen, wie die Sohle des Kanals, breit. Der Kanal wird hierzu bis unter die äußerſte Zwinge ausgegraben, ſo daß hier eine Lage Thon von 1 Fuß Stärke eingebracht werden kann, auf welche dann wieder eine Lage Würſte oder Faſchinen, die an die Spundbohlen befeſtigt, und von den Zwingen gehalten werden, zu liegen kommt. Dieſe Faſchinen müſſen 13 Fuß 6 Zoll lang ſein, und ſo gelegt werden, daß ſie an ihren Enden wenigſtens 18 Zoll über einander greifen, und nach ihrer Länge mit dem Stromſtriche gleichlaufen, auch daß die am äußern Ende des untern Bodens von den nächſt vorher liegenden überdeckt werden, und ſo fort bis zum Hinterboden, wo die Enden weit genug unter die Zwinge greifen. Außerdem werden ſie mit 2 Fuß bis 2 Fuß 6 Zoll langen Pfählen befeſtigt, und indem ſie zuſammen eine 8 bis 10 Zoll ſtarke Lage bilden ſollen, werden ſie platt mit 30 bis 36 Zoll im Umfange gebunden. Sie werden durch 4 geſpal-

tene

tene Stöcke von 1¼ Zoll Durchmeſſer und gleicher Länge mit den Würſten, die in gleichen Entfernungen von einander zu liegen kommen, verſtärkt, und mit 6 Bindeweiden in gleichen Abſtänden von einander gebunden. Uebrigens können dieſe Faſchinen aus allen Arten grünen Reisholzes, aus Schlägen, die alle 5 bis 6 Jahr abgetrieben werden, beſtehen. Deshalb muß der Unternehmer alljährlich die erforderliche Menge anſchaffen und ſofort unter Dach bringen, damit das Holz nicht vertrockne, und letzteres, nur ſo wie es verwendet werden ſoll, wieder hervorholen.

Auf dieſe Lage Faſchinen kommt ein Flechtwerk mit 4 Fuß großen Fachen. Die Pfähle zu demſelben werden 4 bis 5 Fuß lang, und in der Krone 2¼ bis 3 Zoll im Durchmeſſer ſtark, 8 bis 10 Zoll von Mitte zu Mitte aus einander geſchlagen, damit die Gerten durchgehen, welche gut zuſammengetrieben, verbunden, und ſtellenweiſe mit Bindeweiden befeſtigt werden. Die Oberfläche der Faſchinenlage trifft mit der Oberfläche (Unterkante der Platten) des Vor- und Hinterbodens zuſammen, damit in den Fächern des Flechtwerks Sandſteinpflaſter angelegt werden könne, welches auf eine Lage Heide zu ſtehen kommt. Damit dies Pflaſter um ſo feſter werde, und um ſo ſchärfer zuſammenzutreiben ſei, ſo werden in die Oeffnungen, welche etwa noch zwiſchen den Pflaſterſteinen bleiben, 15 bis 18 Zoll lange Pfähle ſo tief eingeſchlagen, daß deren Kronen in die Oberfläche des Pflaſters fallen, und hernach alles mit einer 2 Zoll ſtarken Lage geſiebten Grandes überzogen.

Zu Ende dieſer Nebenboden werden queer durch den Kanal 2 Fuß von den äußern Enden der Faſchinenlagen, 6 Fuß von einander entfernt, 6 Pfähle eingerammt, und mit der Oberfläche der gedachten Nebenboden gleich hoch abgeſchnitten, und dann an dieſelben ein 6 bis 8 Zoll ins Gevierte ſtarkes, auf die hohe Kante geſtelltes Riegelholz, deſſen Oberkante in die Oberfläche des Pflaſters fällt, befeſtigt, um die Enden der Faſchinen zuſammen zu drängen und zu befeſtigen. Dieſe Riegelhölzer werden an die Pfähle mit Bolzen befeſtigt, welche mit Scheibe und Splitt 1¼ Pfund ſchwer ſind.

Der Fuß der Bekleidungsmauern der Ufer des Kanals außerhalb des Nebenbodens von Flechtwerk wird durch um ihre Stärke aus einander ſtehende Pfähle befeſtigt. Dieſe Pfähle erhalten 6 Fuß Länge, und werden 6 bis 7 Zoll in der Krone ſtark, auch auf der äußern Seite durch 6 bis 7 Zoll ſtarke Riegelhölzer verbunden, deren Enden nach dem Nebenboden zu mit dem queer liegenden Riegelholze, welches den Nebenboden ſchließt, gut verbunden werden. An die Pfähle werden auf den Seiten nach den Riegelhölzern zu Blätter gehauen, und die letztern an die erſtern 1 Fuß unter deren Köpfen angebolzt. Hinter dieſe

Reihe Pfähle werden in 6 Fuß Entfernung von dieser und von einander eben so lange und starke Pfähle geschlagen, und alles mit doppelten Zangen, welche als Anker dienen, tüchtig befestigt und zusammengehalten. Diese Zangen werden 9 Fuß lang und 6 Zoll stark, und je sowohl mit einem Pfahle in der hintern Reihe, als mit dem darauf treffenden in der vordern Reihe verbolzt.

Hinter die vorderen Reihen Pfähle werden wenigstens 2 Fuß tief und stark Bruchsteine gepackt, welche so groß sind, daß sie nicht zwischen den Pfählen durchgehen.

Die Bekleidungsmauern werden von Bruchsteinen in Verband, und mit rechtwinklicht auf die Böschung des Erdreichs stehenden Fugen aufgesetzt, nachdem jene Böschung vorher gehörig abgeglichen, und der Sand oder das Erdreich, woraus sie besteht, gehörig festgestampft worden, zugleich aber noch die Vorsicht gebraucht, die stärksten und lagerhaftesten Bruchsteine aufzuheben, um damit von 6 zu 6 Fuß Gurte anzulegen. Die oberste Schicht wird 18 Zoll hoch, mit der Krone der Rampen gleichlaufend auf die hohe Kante gesetzt. Auf gleiche Weise wird beim Baue der übrigen Bekleidungsmauern verfahren.

Wenn das Erdreich fest genug ist, um sich bei einer wenigstens halbfüßigen Böschung selbst zu halten, so wird die Länge der Bekleidungsmauern abgekürzt.

Stemmthore.

Oberthor.

Dies Thor besteht aus 2 Flügeln, jeder 9 Fuß 6 Zoll breit, 6 Fuß 6 Zoll hoch, um das Wasser des Kanals oberhalb der Fallmauer zu halten.

Die Wendesäulen dieser 2 Flügel werden jede, mit Einschluß des in den untern Zapfen fallenden Theils, und der Zapfen, womit sie in die Drehbäume greifen, 10 Fuß 6 Zoll lang. Jede Schlagsäule wird 12 Fuß lang, um so weit über das Mauerwerk zu reichen, daß die in dieselben versetzten Drehbäume ohne Schwierigkeit gehandhabt werden können. Diese 4 Säulen werden jede 10 und 12 Zoll stark; die 2 Rahmstücke und die 2 Schwellrahme eben so stark und 8 Fuß lang; die 2 Riegel jeder 8 Fuß lang, 8 bis 9 Zoll stark. Alle diese Stücke werden durch 2 Bänder in jedem Flügel, welche diagonal liegen, mit der Wendesäule, der Schlagsäule, dem Rahmstück und dem Schwellrahm durch versetzte Zapfen verbunden, über die Riegel geschnitten und in dieselben versetzt sind, zusammengehalten. Diese 4 Bänder sind 8 und 9 Zoll stark und zusammen 28 Fuß lang.

Digitized by Google

Die beiden Bänder, welche mit den Schlagſäulen und Schwellrahmen verbunden ſind, werden noch jedes durch 2 kleine, 2 Fuß 3 Zoll lange, 6 und 9 Zoll ſtarke Säulen unterſtützt, welche in den Schwellrahm gezapft, in das Band aber verſetzt werden, um zuſammen mit den beiden Schoßthürleiſten die Falze zu bilden, in denen die Schütze gehen. Jede Schoßthürleiſte wird 21 Zoll lang, 9 Zoll und 12 Zoll ſtark, und ſetzt ſich auf eine 2 Fuß 9 Zoll lange, 6 Zoll und 7 Zoll ſtarke Schwelle.

Auf dieſes Gerippe kommen zwei Drehbäume zu liegen, welche auf die Wendeſäulen gezapft, und in die Schlagſäulen verſetzt ſind. Jeder dieſer Drehbäume wird 20 Fuß lang, 12 und 13 Zoll im Durchſchnitt ſtark. Die ſtärkſten Enden kommen auf die Ufer zu liegen.

Jeder ſolche Thorflügel wird auf der Vorderſeite auf das Genaueſte mit 3 Zoll ſtarken Bohlen, welche mit den Bändern gleichlaufen, bekleidet. Die Schoßthüren werden nur mit 2 Zoll ſtarken Bohlen benagelt.

Unterthor.

Jeder der beiden Flügel dieſes Thores wird 9 Fuß 6 Zoll breit, und 16 Fuß 6 Zoll von der Unterkante des Schwellrahms bis zur Oberkante des Rahmſtücks hoch.

Jeder Flügel beſteht aus einer 20 Fuß 6 Zoll langen, 12 Zoll und 14 Zoll ſtarken Wendeſäule; einer 22 Fuß langen, 12 Zoll ſtarken Schlagſäule; einem 8 Fuß langen, 10 Zoll und 12 Zoll ſtarken Rahmſtück; einem Schwellrahm von gleicher Größe; einem eben ſo langen, 12 Zoll ſtarken Mittelriegel; einem 8 Fuß langen, 9 Zoll und 12 Zoll ſtarken Unterriegel; einem eben ſo langen, 8 Zoll und 9 Zoll ſtarken Oberriegel; aus zwei überhaupt 22 Fuß langen, 6 Zoll und 7 Zoll ſtarken unteren, zwei zuſammen 7 Fuß langen, 8 Zoll und 9 Zoll ſtarken oberen Strebebändern; einer kleinen 8 Fuß langen, 6 Zoll und 9 Zoll ſtarken Säule, welche den Falz für die Schoßthüre bildet; zwei 8 Fuß langen, 9 Zoll und 12 Zoll ſtarken Schoßthürleiſten; einer 2 Fuß 9 Zoll langen, 6 Zoll und 7 Zoll ſtarken Queerſchwelle, und einem 25 Fuß langen, 12 Zoll und 14 Zoll ſtarken Drehbaume, alles mit gewöhnlichen Zapfen und Verſatzungen verbunden, wie beim Oberthore. Das Zapfenloch im Drehbaume wird 3 Zoll breit, 6 Zoll tief.

Nachdem dies Gerippe nach den vorbeſchriebenen Abmeſſungen und den Regeln der Kunſt verbunden worden, ſo wird es mit 3 Zoll ſtarken Bohlen bekleidet, welche mit den Strebebändern einerlei Richtung erhalten, damit durch alle dieſe Vorrichtungen die Flügel um ſo feſter werden, und die Laſt derſelben ſo weit als möglich auf die Wendeſäulen zurückgebracht werde.

Die Bekleidung der Schoßthüren wird nur 2 Zoll ſtark und kommt rechtwinklicht auf die Säulen zu liegen.

Die Bekleidung wird überhaupt in die Verbandſtücke des Gerippes ſo tief eingelaſſen, daß ihre Oberfläche mit der der erſtern zuſammenfällt, und auf die Säulen und die übrigen waagerecht laufenden Verbandſtücke mit hinlänglich langen und ſtarken hölzernen Nägeln feſtgenagelt, wobei nicht mehr eiſerne Nägel gebraucht werden, als durchaus nothwendig ſind, da letztere, wenn ſie dem Waſſer ausgeſetzt werden, wegen des Roſtes nicht lange dauern, dann das Waſſer durchlaſſen, und bedeutenden Verluſt deſſelben verurſachen.

Wenn dieſe Thore eingehängt werden, müſſen ſie ſo oft nach einander auf- und zugemacht werden, bis die Krümmungen der Wendeſäulen und Wendehöhlungen auf das Genaueſte zuſammenpaſſen, und zwiſchen Holz und Stein ſo wenig Raum als möglich bleibt. Die Schlagſäulen werden nicht eher abgeſchrägt, als bis die Thore eingehängt ſind, und der Unternehmer muß dafür ſorgen, daß dies nur nach und nach, ſo wie die Thore dem Drempel oder den Schlagſchwellen ſich nähern, geſchehe, damit, wenn ſie ganz zuſammenkommen, an keiner Stelle mehr eine Oeffnung bleibe, durch welche Waſſer dringen könnte. Zu dieſem Ende wird, wenn die Schlagſäulen beinahe bis an den Scheitel des Drempels gekommen ſind, zwiſchen denſelben durch von oben bis unten ein Schnitt mit der Säge gethan, und hernach alles glatt gehobelt.

Der eiſerne Beſchlag dieſer Thore beſteht im Oberhaupte aus 8 Bügeln, zuſammen 60 Fuß lang, 3 Zoll breit und 4 Linien ſtark, aus 2 Achſen in den Wendeſäulen, anſtatt der ſonſt gebräuchlichen Halseiſen, (von dieſen Achſen wird hernach die Rede ſein,) von zuſammen 10 Fuß Länge und 18 Linien Durchmeſſer, aus 2 doppelten Ankern, um die Achſen und deren Halseiſen zu halten, zuſammen 32 Fuß lang, 2 Zoll breit, 8 Linien ſtark, und aus 2 gezahnten Stangen, zuſammen 27 Fuß lang, 2 Zoll breit, 8 Linien ſtark.

Der Beſchlag der Unterthore beſteht aus 12 Bügeln, zuſammen von 108 Fuß Länge, 3 Zoll Breite und 4 Linien Stärke, aus 2 Achſen, jede von 5 Fuß Länge und 18 Linien Durchmeſſer, aus 2 doppelten Ankern, um die Achſen zu halten, zuſammen 36 Fuß lang, 2 Zoll breit, 8 Linien ſtark, und aus 2 gezahnten Stangen, zuſammen 43 Fuß lang, 2 Zoll breit, 8 Linien ſtark.

Auch werden 4 Ringe um die obern Enden der Wendeſäulen der beiden Thore angeſchafft, damit dieſe Säulen durch die Gewalt der Reibung und des Widerſtandes, welchen die Thore beim Auf- und Zumachen zu überwinden haben, nicht ausſpringen oder aufſpalten können.

Digitized by Google

Außerdem werden ſechzig, 10 bis 12 Zoll lange, 9 Linien im Durchmeſſer ſtarke Bolzen zur Verbindung der einzelnen Theile der Anker angeſchafft. Alles beſchriebene Eiſenwerk wiegt zuſammen 1940 Pfund.

Auch muß der Unternehmer 4 Winden nebſt Kurbeln von hinreichender Stärke liefern, um damit die Schoßthüren aufziehen und niederlaſſen zu können.

Ferner werden 4 Zapfen und 4 Pfannen von Meſſing geliefert, welches aus $\frac{11}{12}$ ſchwediſchen Kupfers und $\frac{1}{12}$ feinen engliſchen Zinnes beſteht. In dieſen Pfannen gehen die Wendeſäulen beider Thore. Es ſollen bei der Ausführung Modelle von den erſteren gegeben werden.

Sobald die Bekleidung der Thore eingebracht iſt, werden die Fugen geöffnet, mit Werg ausgeſtopft, hernach nochmals ſorgfältig nachgeſehen, und dann ſofort getheert, damit ſich keine Feuchtigkeit in das Werg ziehen könne, weshalb zu dieſer Arbeit trockne Witterung abgewartet werden muß. Die Oberfläche der auf dieſe Weiſe behandelten Bekleidung und alle freiſtehende Seiten der Verbandſtücke des Gerippes werden dann mit einer Miſchung von gut pulveriſirtem Ocker und Theer, worin $\frac{1}{8}$ Schwefel geſchmolzen worden, angeſtrichen, damit das Ganze feſter werde und der Hitze und der Sonne beſſer widerſtehen könne. Dieſer Ueberzug wird ganz kochend aufgetragen, das Holz aber vorher noch beſonders durch Strohfeuer erhitzt und ausgetrocknet, damit der erſtere um ſo beſſer einziehen könne.

Noch werden vier Stück 10 Fuß 6 Zoll lange, 15 Zoll breite, 2 Fuß ſtarke Bohlen an den obern Enden der Thore befeſtigt, um dem Schleuſenwärter als Trittbrett zu dienen. Dieſe Bohlen werden von 12 eiſernen 15 Linien ſtarken Stützen wie von Knaggen getragen, und auf dieſe letzteren, welche zuſammen 96 Pfund wiegen, befeſtigt.

Brücke von 16 Fuß Bogenweite und 18 Fuß Breite, hinter einer Schleuſe auf den Verlängerungen der Schleuſenwände.

Dieſe Brücke kommt auf die Verlängerung der Wände des Unterhaupts einer Schleuſe von 10 Fuß Gefälle zu liegen, erhält 16 Fuß Oeffnung und 18 Fuß Breite. Deshalb werden dieſe Wände bis auf 7 Toiſen 3 Fuß von den Wendehöhlungen an verlängert, und zwar auf 16 Fuß 3 Zoll Länge 7 Fuß 6 Zoll ſtark, und auf 28 Fuß 9 Zoll Länge 10 Fuß ſtark.

Das Unterhaupt wird auf jeder Seite, von der reinen Mauer jedes Stirnpfeilers an, noch 7 Fuß fortgeführt. An die Enden dieſes Hauptes kommen zwei 10 Fuß lange, 6 Fuß

Digitized by Google

ſtarke Mauern in der verlängerten Richtung der Stirnpfeiler zu liegen, und an die äußern Enden dieſer letztern Mauern rechtwinklicht darauf noch 2 andre, jede von der hintern Seite der anliegenden Mauer an, 12 Fuß lang. Dieſe, rechtwinklicht auf die Richtung des Kanals zu ſtehen kommenden Mauern, werden da, wo ſie mit den vorhergehenden zuſammenſtoßen, 6 Fuß, an den andern Enden aber 4 Fuß ſtark.

An den Enden der mit dem Kanale gleichlaufenden und der rechtwinklicht auf deſſen Richtung ſtehenden Mauern werden 3 Fuß 9 Zoll auf jeder Seite lange Pilaſter angelegt, welche 9 Zoll aus den Stirnflächen der gedachten Mauern heraustreten.

In 10 Fuß Entfernung vom Oberhaupte werden noch zwei andre, von den Hinterſeiten der Stirnpfeiler an, 15 Fuß lange, 3 Fuß 6 Zoll ſtarke Mauern rechtwinklicht auf die Richtung des Kanals angelegt.

Die Verlängerungen der Schleuſenwände und die Stirnpfeiler werden auf eine 3 Fuß hohe durchgehende Grundmauer geſetzt, welche zugleich die Sohle dazwiſchen bildet, und ſich mit einem 2 Fuß 6 Zoll breiten Gurt endigt, deſſen Fugen in einem in der Mittellinie der Schleuſe 16 Fuß vom untern Ende der Mauer nach unten zu liegenden Punkte zuſammenlaufen. Der Theil der Mauer unter dieſem Gurte wird 3 Fuß tiefer als das Uebrige gegründet; die Oberfläche der Mauer wird mit der Sohle des Kanals gleich hoch abgeglichen.

Die mit dem Kanale gleichlaufenden und die oberhalb und unterhalb rechtwinklichte darauf ſtehenden Mauern, ſo wie die Pilaſter in denſelben, werden, wie die vorerwähnten, 3 Fuß unter der Sohle des Kanals gegründet. Die Grundmauern unter dieſen Flügelmauern und Stirnpfeilern ſetzen auf allen Seiten 3 Zoll ab.

Die Stirnpfeiler werden 13 Fuß 9 Zoll bis unter den Bogen hoch. Der Bogen ſelbſt wird mit 16 Fuß Halbmeſſer beſchrieben, 2 Fuß 3 Zoll von der Sehne an hoch, im Schluſſe 2 Fuß ſtark, ſo daß die ganze Höhe der Brücke von der Sohle an bis zur Plinte der Geländermauer 18 Fuß beträgt.

Die Oberfläche des Gewölbes wird, von der Mitte der Brücke an, auf jeder Seite derſelben, mit 4 Zoll Gefälle auf die Toiſe abgeglichen. Nach dieſem Gefälle beſtimmen ſich die Höhen der mit der Richtung des Kanals gleichlaufenden und der rechtwinklicht darauf zu ſtehen kommenden Mauern, nämlich die der erſtern, welche nach ihrer Länge waagerecht zu ſtehen kommen, auf 17 Fuß 2 Zoll, und die der Mitte der letztern, deren Oberkante die vorangegebene Neigung erhält, auf 16 Fuß 10 Zoll, alles von der Oberkante der Grundmauern an gerechnet.

Digitized by Google

Die Mauern in der Verlängerung der Schleusenwände werden, von der Sohle des Grabens an, 16 Fuß 6 Zoll hoch.

Außer dem vorerwähnten Gurte kommen noch zwei solche in den Heerd der Brücke zu liegen, und vier andere in die äußern Seiten der Stirnpfeiler, nämlich zwei von den letzteren in die lothrechte Ebene durch das Oberhaupt, und die beiden übrigen unter die Mitte des Bogens. In den letzteren kommt ebenfalls ein Gurt, welcher auf die zuletzt erwähnten trifft. Die Gurte im Heerde werden so vertheilt, daß das eine in der lothrechten Ebene durch das Brückenhaupt liegt, das andre aber mit den Gurten mitten in den Stirnpfeilern zusammentrifft.

Die Gurte im Heerde werden abwechselnd 18 Zoll und 30 Zoll lang; die in der Mitte der Stirnpfeiler 18 Zoll und 24 Zoll, die unter den Häuptern 36 Zoll, aber so versetzt, daß sie Verzahnungen, die einmal 6 Zoll, und dann wieder 12 Zoll in die Verlängerungen der Schleusenwände greifen, bilden. Die Lagerfugen werden sämmtlich abwechselnd 12 Zoll und 18 Zoll breit. Der Gurt im Bogen wird 18 Zoll und 24 Zoll in der innern Wölbung lang, und 18 Zoll und 20 Zoll in den Lagerflächen hoch. In diese Mauern kommen 1 Fuß breite und tiefe Einschnitte, in welche die Fallhölzer zu liegen kommen, durch die die Schleuse bei Reparaturen abgedämmt wird, und auf jede derselben eine Deckschicht von 14 Zoll Höhe und 2 Fuß Breite.

Die untern Ecken der Stirnpfeiler und das Unterhaupt des Bogens werden ebenfalls von Quadern aufgeführt, deren lange Seiten abwechselnd 24 Zoll und 30 Zoll halten, und in die Stirnflächen unter dem Gewölbe fallen. So gehen diese Ecken in den Giebelansichten der Stirnpfeiler bis auf 3 Fuß, von den Stirnflächen derselben an, fort. Der übrige Theil der gedachten untern Giebelansichten, bis zu den mit den Stirnpfeilern gleichlaufenden Mauern, wird von abwechselnd 12 Zoll nnd 18 Zoll in die Mauer greifenden Läufern und Bindern aufgeführt. In den letzteren Mauern werden durch alle Schichten Verzahnungen angebracht, in welchen die Steine abwechselnd 4 Zoll und 8 Zoll herausgreifen. Die Gewölbsteine in den Häuptern werden jeder aus einem Stück gehauen, und reichen bis unter die darauf zu legende Plinte; jedoch werden sie etwas länger gehalten, als nach der für die Oberfläche der Brücke angenommenen Neigung nöthig wäre, damit sie nach dieser Neigung nachgehauen werden können, wenn der Bogen sich vollkommen gesetzt hat.

Die Pilaster an den Enden der mit den Stirnpfeilern gleichlaufenden, und in den Anfangspunkten der rechtwinklicht auf diese stehenden Mauern werden von Quadern in 3 Fuß durchschnittsmäßiger Stärke aufgeführt. Sie werden in regelmäßige Schichten ge-

Digitized by Google

theilt, und bilden Verzahnungen in jeder der anstoßenden Mauern, welche abwechselnd 4 Zoll und 8 Zoll lange Vorsprünge bilden.

Zwischen je 2 und 2 Schichten dieser Pilaster kommt ein 2 Zoll tiefer und hoher Fugenschnitt mit abgerundeten Kanten, um bäurisches Werk zu bilden.

Wenn die Brückenhäupter und Flügelmauern nach der vorangegebenen Neigung abgeglichen worden, wird eine 15 Zoll hohe, 30 Zoll breite Schicht, welche eine Plinte bildet, aufgebracht. Diese springt 3 Zoll von der reinen Mauer an vor, und erhält außerhalb die Form, welche eine noch auszuhändigende Zeichnung bestimmen wird. Diese Schicht endigt sich oberhalb zugleich mit den, mit den Stirnpfeilern gleichlaufenden Mauern, da, wo der schon erwähnte Sockel anfängt. Die hierher gehörige Schicht wird in der verlängerten Richtung der Stirnpfeiler 23 Zoll, und rechtwinklicht darauf 19 Zoll im Durchschnitt hoch, und 24 Zoll stark.

Auf jeden Pilaster kommt ein 3 Fuß 3 Zoll langer, breiter, und mit Einschluß der Abwässerung hoher Würfel oder Sockel von Quadern zu liegen. Diese Würfel werden mit den Geländermauern verzahnt.

Die Geländermauern werden 3 Fuß hoch, und zwar auf 2 Fuß Höhe von gebrannten Steinen 16 Zoll stark aufgeführt, der übrige 1 Fuß hohe Theil aber von 18 Zoll breiten Quaderplatten, welche dann 1 Zoll auf jeder Seite überstehen.

Die Stirnflächen der Mauern und Stirnpfeiler zwischen den von Quadern aufgeführten Theilen werden einen Fuß stark von gebrannten Steinen aufgeführt. Auch die Räume zwischen den Gurten im Heerde werden auf diese Weise mit Ziegeln 1 Fuß stark ausgefüllt. Die Theile des Gewölbes zwischen den Häuptern und dem Gurte werden im Durchschnitte 2 Fuß stark von Mauersteinen aufgeführt, zu allem aber Mörtel von Kalk und Cement genommen.

Der ganze übrige Theil des Mauerwerks der Brücke wird von Bruchsteinen aus der Gegend, und von Sandkalk aufgeführt.

Auf die Brücke kommen 16 sandsteinerne Abweisesteine zu stehen, nämlich 8 an die Ecken der Sockel an den äußern Enden der rechtwinklicht auf die Richtung des Kanals stehenden Mauern, und 4 an die äußern Enden der Geländermauern. Diese 12 Steine werden im Grundrisse kreisrund, je auf einer Seite nach dem Winkel jedes Sockels im Brustgeländer ausgehauen, 18 Zoll über dem Pflaster, 18 Zoll in demselben hoch, 15 Zoll im untern, 11 Zoll im obern Durchmesser stark. Vier andere unten halb elliptische, oben halbkreisförmige kommen in gleichen Entfernungen von einander und von denen an den Ecken

der

der Geländermauern an dieſe letztern zu ſtehen, und werden eben ſo hoch als die vorbeſchriebenen, über dem Pflaſter 15 Zoll, oben 9 Zoll breit. Alle dieſe Abweiſeſteine werden in Mauerwerk von Bruchſteinen und Sandkalk verſetzt. Zwiſchen ihnen und den Sockeln und Geländermauern bleibt ein halber Zoll Zwiſchenraum.

Der Lehrbogen erhält 4 Curven, 5 Fuß 9 Zoll von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Jede derſelben beſteht aus 2 obern Bändern, zuſammen 18 Fuß lang, 9 Zoll und 10 Zoll ſtark, aus 2 eben ſo langen und ſtarken untern Bändern, einer doppelten Hängeſäule von 3 Fuß Länge und der angegebenen Stärke, aus 2 auf die obern Bänder aufgefütterten Knaggen, zuſammen 16 Fuß lang, 7 Zoll und 9 Zoll ſtark, und aus 2 Säulen an den Stirnpfeilern, in welche ſich die untern Bänder ſetzen, jede 4 Fuß 6 Zoll lang, 9 Zoll und 10 Zoll ſtark.

Dieſe Curven ſetzen ſich auf 2 Schwellen, jede 18 Fuß lang, 5 Zoll und 10 Zoll ſtark, worauf die Säulen zu ſtehen kommen, auf welche wieder 2 Holme von gleicher Länge mit den Schwellen und 9 Zoll und 10 Zoll Stärke gezapft werden, gegen die ſich die obern Bänder ſtemmen. Auf die Curven kommen 2 Reihen Riegelhölzer zu liegen, die zuſammen 18 Fuß lang und 8 Zoll und 9 Zoll ſtark ſind.

Durch die doppelte Hängeſäule in jede Curve kommen zwei 2 Fuß lange, 12 Linien ſtarke Schraubenbolzen.

Auf dieſe Curven kommen 25 Stück Schalhölzer, ſämmtlich ſo lang als das Gewölbe, und 6 Zoll und 8 Zoll ſtark. Sie werden mit Genauigkeit auf eichene Klötze gelegt, und oberhalb mit dem Breitbeile nach der Bogenlinie abgerichtet.

Während des Baues bleiben in den Stirnflächen der beiden Landpfeiler 8 Vorſprünge, gegen welche ſich die Schwellen und Säulen der Lehrbogen legen. Jeder ſolcher Vorſprung geht durch 2 Schichten, wird im Durchſchnitte 1 Fuß 6 Zoll hoch, 1 Fuß ſtark, und tritt 1 Fuß weit heraus. Nach Wegnahme der Lehrbogen werden dieſe Vorſprünge bis auf die Stirnflächen abgearbeitet.

Um die Lehrbogen leichter wegnehmen zu können, werden bei Aufſtellung derſelben in der Mitte der Breite jeder Hängeſäule, den Stellen gegenüber, wo die obern und untern Bänder mit denſelben zuſammentreffen, 6 Zoll breite, 12 Zoll hohe Einſchnitte gemacht, in welche Treibe- und Löſekeile von ſehr trockenem Eichenholze kommen, gegen die ſich

die Enden der obern und untern Bänder ſtemmen. Dieſe Keile werden wenigſtens 26 Zoll lang, an dem einen Ende 4 Zoll, am andern 2 Zoll ſtark, am letztern mit Eiſen beſchlagen, und mit Seife beſtrichen, bevor ſie beim Richten der Lehrbogen eingetrieben werden, damit die Wegnahme der letztern um ſo leichter von Statten gehe.

Sobald der Mörtel ſteif genug geworden iſt, um ſich mit den Steinen verbunden haben zu können, werden die Lehrbogen ſehr langſam und mit mehrmaliger Unterbrechung nur in etlichen Tagen eingenommen, zu welchem Behufe alle angeführte Keile zugleich, und zwar jeden Tag alle beinahe gleich weit, herausgeſchlagen werden.

Die Oberfläche der Brücke, und die Räume zwiſchen den Geländern der Flügelmauern und dem Sockel und den Deckſchichten auf den Verlängerungen der Schleuſenwände, werden mit ſtarken Sandſteinen auf einer 9 Zoll hohen Lage von trocknem Kiesgrande gepflaſtert.

Wenn eine Brücke, wie die vorbeſchriebene, hinter einer Schleuſe von 12 Fuß Gefälle zu erbauen vorkommt, ſo werden die Verlängerungen der Schleuſenwände, von den Grundmauern an, 18 Fuß 6 Zoll hoch; der Bogen fängt 15 Fuß 1 Zoll über dem Schleuſenboden an, wird 2 Fuß 3 Zoll hoch, und 2 Fuß im Schluſſe ſtark. Die Oberfläche des Gewölbes wird mit derſelben Neigung von 4 Zoll auf die Toiſe auf beiden Seiten der Mitte der Brücke abgeglichen. Aus dieſer Neigung wird dann zugleich die Höhe der Mauern, welche mit den Stirnpfeilern gleichlaufen, nämlich auf 18 Fuß 6 Zoll, beſtimmt. Dieſe Mauern und die oberhalb und unterhalb rechtwinklicht darauf ſtehenden, gleichfalls von 18 Fuß 6 Zoll Höhe, werden nach ihrer Länge waagerecht abgeglichen. Die unterhalb der Brücke mit den Stirnmauern gleichlaufenden werden 7 Fuß ſtark, und die rechtwinklicht darauf ſtehenden da, wo ſie mit den erſtern zuſammenſtoßen, 7 Fuß, am andern Ende 4 Fuß ſtark. Uebrigens iſt die Bauart ganz ſo, wie die der Brücken hinter Schleuſen von 10 Fuß Gefälle.

Bei Brücken hinter Schleuſen von 8 Fuß Gefälle werden die Mauern in der Verlängerung der Schleuſenwände nur 14 Fuß 6 Zoll hoch. Die Bogen fangen 13 Fuß 9 Zoll über dem Boden an und erhalten dieſelbe Höhe und dieſelbe Stärke im Schluſſe, als die vorerwähnten. Höhe und Stärke der Mauern, mit den Stirnpfeilern gleichlaufend, und rechtwinklicht auf dieſelben, ſind, ſo wie die Bauart aller übrigen Theile, denen bei den Brücken hinter Schleuſen von 10 Fuß Gefälle gleich.

Digitized by Google

Brücke über den Kanal, mit Leinpfad unter dem Bogen, zwiſchen zwei Schleuſen.

Dieſe Brücke wird 24 Fuß im Bogen weit, und 18 Fuß von einem Haupte zum andern breit. An die Enden derſelben kommen 4 Mauern, mit der Richtung der Stirnpfeiler gleichlaufend, jede 9 Fuß lang, 4 Fuß 6 Zoll ſtark, und 4 andre an den äußern Enden der vorigen, auf dieſe rechtwinklicht, jede von der Hinterſeite der zugehörigen vorgedachten an, 13 Fuß 6 Zoll lang, ebenfalls 4 Fuß 6 Zoll ſtark.

Die Stirnflächen der mit den Stirnpfeilern gleichlaufenden Mauern fangen 3 Fuß rückwärts von denen der letztern an deren Enden an, und gehen bis zu denen der rechtwinklicht darauf ſtehenden Mauern. Auf den Ecken werden Pilaſter angelegt, welche auf jeder Seite 3 Fuß 9 Zoll lang ſind, und 9 Zoll aus der reinen Mauer heraustreten.

Die Stirnpfeiler werden 7 Fuß 6 Zoll ſtark, und durch vier, 7 Fuß 6 Zoll lange, 4 Fuß 6 Zoll ſtarke Strebepfeiler verſtärkt. Dieſe letzteren ſtehen im Lichten 10 Fuß weit aus einander, und in dieſem Zwiſchenraume wird ein waagerechter Halbkreis mit 5 Fuß Halbmeſſer ſo beſchrieben, daß deſſen Scheitel die hintere Seite des Stirnpfeilers berühret, um die Mitte des letztern zu verſtreben.

In jedem der 4 Fuß 6 Zoll großen Zwiſchenräume zwiſchen den Strebepfeilern und den rechtwinklicht auf die Stirnpfeiler ſtehenden Mauern werden ebenfalls waagerechte Halbkreiſe mit 2 Fuß 3 Zoll Halbmeſſer ſo gezogen, daß deren Scheitel die hinteren Seiten der mit den Stirnpfeilern gleichlaufenden Mauern berühren, um alle dieſe Theile unter einander zu verbinden.

Die Stirnpfeiler, die mit denſelben gleichlaufenden, und die rechtwinklicht darauf ſtehenden Mauern werden wenigſtens 3 Fuß unter der Sohle des Kanals gegründet. Der Vordertheil des Stirnpfeilers (auf 3 Fuß Breite) und die mit demſelben gleichlaufenden Mauern auf der linken Seite, nach Tonnerre zu geſehen, werden 3 Fuß tiefer als die übrigen Mauern gegründet, und zwar ſo, daß die Grundmauern vor dieſem Stirnpfeiler und den Mauern in deſſen Verlängerung 11 Zoll, vor dem andern Stirnpfeiler und den übrigen Mauern aber nur 3 Zoll abſetzen.

Die Stirnpfeiler werden 12 Fuß 9 Zoll bis zum Anfange des Bogens hoch, der letztere aber mit 24 Fuß Halbmeſſer aus einem Mittelpunkte beſchrieben, 3 Fuß 3 Zoll von der Sehne an hoch, und 2 Fuß 6 Zoll im Schluſſe ſtark, ſo daß die ganze Höhe der Brücke

von der Oberkante der Grundmauern, (welche mit der Sohle des Kanals in einerlei Ebene liegen,) bis unter die Plinte 18 Fuß 6 Zoll beträgt.

Das Gewölbe wird oberhalb auf beiden Seiten von der Mitte der Brücke an mit 4 Zoll Neigung auf die Toiſe abgeglichen. Die Erweiterung dieſer Neigung beſtimmt die Höhe der Flügelmauern. Die in der Verlängerung der Stirnpfeiler werden 17 Fuß 8 Zoll hoch und oben waagerecht, die hierauf rechtwinklichten aber 17 Fuß 3 Zoll hoch, und oben mit der angegebenen Neigung abgeglichen, alles von der Oberkante der Grundmauern an gemeſſen.

Zur Erleichterung des Schiffziehens wird ein Gang unter der Brücke durch, und längs den Auffahrten derſelben, auf der rechten Seite, nach Tonnerre zu geſehen, angelegt. Zu dieſem Ende wird vor dieſem Gange eine Futtermauer aufgeführt, deren äußere Stirnfläche auf die durchgehende Grundmauer in 7 Fuß 9 Zoll Entfernung von der reinen Mauer des Stirnpfeilers, und mit derſelben gleichlaufend, zu ſtehen kommt. In dieſer Richtung geht dieſelbe auf beiden Seiten bis auf 17 Fuß von den Brückenhäuptern an fort, und endigt ſich in zwei Kreisbogen, deren Mittelpunkte in den Verlängerungen der reinen Mauer des Stirnpfeilers 17 Fuß von den Häuptern entfernt liegen. Die äußeren Enden dieſer kreisförmigen Theile werden nach den Richtungen ihrer Berührungslinien um 2 Fuß verlängert, um den Vorſprung unter einem Sockel am Ende der Geländermauer zu bilden.

Dieſe Mauer erhält ein 4 Fuß 6 Zoll breites, 6 Fuß unter der Sohle des Kanals tiefes, gemauertes Fundament. Die erſte Schicht über der Grundmauer wird 15 Zoll hoch, 3 Fuß 6 Zoll ſtark, und bildet einen Abſatz von 9 Zoll auf der Seite nach dem Kanale zu, und von 3 Zoll nach dem Stirnpfeiler zu, indem ihre Vorderſeite 7 Fuß 9 Zoll von der reinen Mauer des zuletzt erwähnten Pfeilers entfernt gelegt wird. Von dieſer Schicht an wird die Mauer nur 3 Fuß ſtark, indem ſie auf jeder Seite 3 Zoll abſetzt, und 6 Fuß 3 Zoll hoch, wovon 5 Fuß 3 Zoll in der Vorderſeite auf den ſteigenden Fuß 1 Zoll Anlauf erhalten, hinten aber lothrecht aufgeführt werden, ſo daß die Mauer oben noch 2 Fuß 7 Zoll ſtark bleibt, die übrigen 2 (12) Zoll aber eine 2 Zoll vor der reinen Mauer vorſpringende, 18 Zoll im Durchſchnitte breite Platte von Quadern bilden, ſo daß die ganze Höhe des Ganges vom Fundamente an 7 Fuß 6 Zoll beträgt, alſo eben ſo viel, als die des Dammes längs dem Kanale.

Auf dieſe Mauer wird durch die ganze Länge derſelben ein Geländer von Quadern 2 Fuß hoch und 15 Zoll ſtark geſetzt, welches ſich mit 2 Würfeln von 2 Fuß Seitenlänge endigt und oben abgerundet iſt.

Digitized by Google

Um diese Futtermauer mit dem Stirnpfeiler und den Mauern in dessen Verlängerung zu verbinden, werden drei Quermauern, eine mitten vor dem Stirnpfeiler und die beiden andern vor den Pilastern aufgeführt. Jede dieser Mauern wird 3 Fuß stark, 7 Fuß 6 Zoll hoch, und 3 Fuß 6 Zoll stark, 3 Fuß unter der Sohle des Kanals tief gegründet.

Dieser Gang wird auf beiden Seiten der eben beschriebenen Mauer bis zu den untern Enden der nach der Brücke führenden Rampen, so hernach beschrieben werden sollen, fortgesetzt.

In die Stirnfläche des Landpfeilers und der Mauern in dessen Verlängerung kommt ganz unten eine 15 Zoll hohe Schicht Quadern, welche bis 9 Zoll jenseit der Pilaster an den Anfangspunkten der rechtwinklicht auf die erstern stehenden Mauern durchgeht und einen Absatz bildet. Eine eben solche Schicht kommt in den Fuß der Bekleidungsmauer des Leinpfades, und besteht wie die andere abwechselnd aus Läufern und Bindern, welche 16 Zoll und 20 Zoll in die Mauer reichen. In die Mitte jedes Stirnpfeilers und des Bogens kommt ein Gurt von Quadern, und aus solchen sollen auch die untern Schichten Gewölbsteine bestehen. Fünf andre Gurte kommen in die Mauer vor dem Leinpfade, in welchem die Steine, wie in den Stirnpfeilern, abwechselnd 18 Zoll und 24 Zoll lang sind, und 12 Zoll und 18 Zoll in die Mauer reichen. Die Steine im Gurtbogen werden auch abwechselnd 18 Zoll und 24 Zoll lang und 16 Zoll und 20 Zoll in den Lagerflächen hoch, und die erste Schicht Wölbsteine wird 18 Zoll im Durchschnitte stark.

Die zwei Bogenhäupter, so wie die Ecken der Giebelansichten der Stirnpfeiler, bestehen ebenfalls aus Steinen, welche 24 Zoll und 30 Zoll tief in die Mauer reichen, und deren Lichtflächen unter dem Gewölbe liegen. Die Wölbsteine in den Häuptern bestehen jeder aus einem Stück bis unter die Plinte, werden etwas länger gelassen, als sie nach der Neigung der Oberfläche der Brücke zu sein brauchten, und nach dieser Neigung nachgehauen, wenn der Bogen sich vollständig gesetzt hat.

Die Stirnflächen der freistehenden Theile der Giebelansichten der Stirnpfeiler, bis zu den Mauern in deren Verlängerung, werden in regelmäßige Schichten getheilt, welche in den letztern Mauern Verzahnungen von abwechselnd 4 Zoll und 8 Zoll Länge bilden.

Die Pilaster an den äußern Enden der Mauern in der Verlängerung der Stirnpfeiler, und der rechtwinklicht darauf stehenden, werden auch in 2 Fuß Stärke von Quadern aufgeführt, ebenfalls in regelmäßige Schichten getheilt, welche Verzahnungen von für eine Schicht um die andre 4 Zoll und 8 Zoll Länge bilden, die in die anstoßenden Mauern eingreifen.

Digitized by Google

Zwiſchen allen Schichten werden 2 Zoll tiefe und hohe Fugenſchnitte angebracht und die Ecken abgerundet, um bäuriſches Werk zu bilden.

Sobald die Brückenhäupter und Flügelmauern nach der vorhin angegebenen Neigung von 4 Zoll auf die Toiſe abgeglichen ſind, wird eine 15 Zoll hohe, 30 Zoll breite Schicht als Plinte aufgebracht, welche 3 Zoll vor der reinen Mauer vorſpringt, und nach auszuhändigenden Zeichnungen bearbeitet wird.

Auf jeden Pilaſter kommt ein Sandſteinwürfel oder Sockel, wie die vorher beſchriebenen zu den Brücken hinter den Schleuſen.

Die Geländer erhalten ebenfalls dieſelbe Größe und Beſchaffenheit, als die auf jenen Brücken.

Die Stirnflächen der Brückenpfeiler, der Mauern in deren Verlängerung und rechtwinklicht darauf, ingleichen derer am Leinpfade, werden zwiſchen den Theilen von Quadern im Durchſchnitte 1 Fuß ſtark von Mauerſteinen aufgeführt, ſo wie die Theile des Gewölbes zwiſchen den Häuptern und dem Gurte, letztere aber von 2 Fuß 6 Zoll Stärke im Durchſchnitte, und zu dieſem ganzen Mauerwerke wird Mörtel von Kalk und Cement genommen.

Alles übrige Mauerwerk an der Brücke wird von harten Bruchſteinen aus der Gegend und mit Mörtel von Kalk und Sand aufgeführt.

Auf die Brücke kommen 16 Abweiſeſteine zu ſtehen, und zwar auf eben ſolche Stellen, als für die Steine auf den Brücken hinter den Schleuſen angegeben, welchen ſie übrigens auch vollkommen ähnlich ſind.

Der Lehrbogen ſoll 4 Stück 5 Fuß 9 Zoll von Mitte zu Mitte von einander entfernte Curven erhalten. Jede Curve beſteht aus 2 obern Hängebändern, jedes 12 Fuß lang, aus 2 untern Hängebändern, jedes 14 Fuß lang, einem 10 Fuß 6 Zoll langen Spannriegel, 2 Säulen an den Stirnpfeilern, in welche die untern Hängebänder ſich ſetzen, zuſammen 7 Fuß lang, und aus 3 doppelten Hängeſäulen, welche zuſammen 6 Stücke, jedes von 4 Fuß 6 Zoll Länge, ausmachen, alles 10 Zoll und 12 Zoll ſtark. Auf die oberſten Hängebänder kommen 2 Knaggen, zuſammen 22 Fuß lang, 8 Zoll und 10 Zoll ſtark.

Dieſe Curven kommen auf 2 Schwellen, jede 18 Fuß lang, 5 Zoll und 12 Zoll ſtark, in welche die Säulen gezapft werden, auf welche wieder 2 Holme von 18 Fuß Länge und 10 Zoll und 12 Zoll Stärke gelegt werden, zu ſtehen. Sie werden durch 2 Riegelhölzer von zuſammen 36 Fuß Länge und 8 Zoll und 9 Zoll Stärke, welche auf die Spannriegel gelegt werden, unter einander verbunden, und durch 6 Zoll und 7 Zoll ſtarke Sturmbänder,

Digitized by Google

die ſich mit dem einen Ende gegen die Stirnpfeiler, mit dem andern gegen die Enden der obern Hängebänder legen, vor dem Ausweichen zur Seite geſichert.

Die Hängeſäulen werden mit 24 Zoll langen, 12 Linien ſtarken Schraubenbolzen zuſammen verbunden.

Auf jene Curven kommen 37 Schalhölzer, die genau paſſend auf eichene Keile gelegt werden, ſo lang als das Gewölbe, und 6 Zoll und 8 Zoll ſtark ſind. Sie werden oberhalb nach der Krümmung des Gewölbes mit dem Breitbeile abgerichtet.

Während des Baues bleiben am linken Stirnpfeiler, nach Tonnerre zu geſehen, 4 Vorſprünge ſtehen, auf die ſich die Schwellen und Säulen der Lehrbogen ſetzen, welche eben ſo beſchaffen ſind, als die bei der vorher beſchriebenen Brücke, und nach Wegnahme der Lehrbogen abgehauen werden.

Bei Wegnahme der Lehrbogen wird, wie in Betreff der erwähnten Brücke vorgeſchrieben, verfahren.

An jedem äußern Ende der Brücke wird ein waagerechter, von der Stirnfläche jedes Sockels an den Enden der rechtwinklicht auf die Richtung der Stirnpfeiler ſtehenden Mauern 15 Fuß langer, 40 Fuß breiter Platz angelegt, und hernach eine Abfahrt von 4 Zoll Neigung auf die Toiſe bis zum gewachſenen Boden, ebenfalls von 40 Fuß Kronenbreite. Die Richtung dieſer Rampen iſt mit der der zuletzt erwähnten Mauer gleichlaufend.

Zu beiden Seiten dieſer Plätze werden noch außerdem 18 Fuß in der Krone breite Rampen mit 6 Zoll Neigung auf die Toiſe bis auf die Dämme am Kanale, und in einerlei Richtung mit dieſen, ſo ebenfalls 18 Fuß breit ſind, angelegt, zu welchem Ende der Leinpfad bis auf 24 Fuß über die äußern Enden der Rampen verlängert wird.

Die Böſchungen auf der Seite nach dem Kanale zu, ſowohl an den Rampen, als am Leinpfade, werden mit einer trockenen Mauer bekleidet, in welche in 12 Fuß Entfernung von Mitte zu Mitte Gurte von rauhen Werkſtücken kommen. Der Fuß dieſer Bekleidungsmauer wird nach dem Kanale zu durch eine Reihe unbehauener Pfähle, die nur um ihre Stärke von einander ſtehen, und wenigſtens 6 Fuß lang und 8 Zoll im mittlern Durchmeſſer ſtark ſind, gehalten. Sie werden unter einander durch eine Reihe davor gelegter 6 Zoll und 7 Zoll ſtarker Riegelhölzer, ſo von 3 zu 3 Fuß angebolzt werden, verbunden. In 6 Fuß Entfernung von jeder ſolchen erſten Reihe Pfähle wird hinterwärts noch eine zweite eingebracht, in welcher die Pfähle 6 Fuß von einander ſtehen, aber eben ſo lang und ſtark ſind, als in der erſtern.

Digitized by Google

Zur Verbindung dieser beiden Reihen Pfähle unter einander werden doppelte, 9 Fuß lange, 6 Zoll starke Zangen aufgelegt, die als Erdanker dienen, und sowohl an die Pfähle in der hintern Reihe, als an die gegenüberstehenden auf der vordern Seite, gebolzt werden.

Hinter die vordere Reihe Pfähle werden die größten zu findenden Bruchsteine auf ohngefähr 2 Fuß Tiefe und Stärke gepackt, zu welchem Ende das Erdreich so breit und tief, als hierzu nöthig ist, ausgebaggert wird.

Die Bekleidungsmauern werden unten 18 Zoll, oben 15 Zoll stark. Oberhalb werden auf dieselben 1 Fuß hohe Deckschichten von rauhen Werkstücken gebracht.

Die äußeren Seiten der auf die Brücke führenden Rampen werden in der Verlängerung der Baumreihen auf den Dämmen am Kanale mit 18 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernten Bäumen bepflanzt, und zwar so, daß die Linien, welche je zwei gegen einander überstehende verbinden, den Kanal rechtwinklicht schneiden.

Die Abfahrten in der Verlängerung der rechtwinklicht auf die Stirn dieser stehenden Mauern werden mit 2 Baumreihen bepflanzt, deren Richtung durch die Mitte der Sockel an den Enden dieser Mauern läuft. Die Bäume kommen so weit aus einander zu stehen, als die vorigen, und werden mit Dornen umwickelt, letztere aber dreimal gebunden.

Brück-Kanal *) von 24 Fuß Oeffnung und 33 Fuß 6 Zoll von einem Haupte zum andern Länge, über den Avrolles.

Diese Brücke kömmt unter den Kanal zu liegen, wird 24 Fuß im Bogen weit und 33 Fuß 6 Zoll lang. In der verlängerten Richtung der Stirnpfeiler kommen daran 4 Flügelmauern, jede 32 Fuß lang, so zu liegen, daß ihre Stirnflächen 16 Zoll von denen der Pfeiler nach hinten zu abstehen. An den äußeren Enden dieser Mauern werden 4 andre rechtwinklicht darauf, jede, von der Hinterseite der zugehörigen von den vorgedachten an, 23 Fuß 6 Zoll lang angelegt.

Die Flügelmauern und die rechtwinklicht darauf erhalten an ihren Enden Pilaster, die auf jeder Seite 4 Fuß breit sind, und 16 Zoll von der reinen Mauer an vorspringen.

Hinter

*) Ein Brück-Kanal ist darin von einer Brück-Wasserleitung verschieden, daß der erstere dazu dient, einen Schifffahrts-Kanal über einen Fluß zu führen, die andre aber, um eine geringere Wassermenge, in der Regel zum Gebrauche der Einwohner einer Stadt, über ein Thal von einer Höhe zur andern zu leiten, wie die alte Gardbrücke über die Rhone, und die bei Alcantara in der Gegend von Lissabon. Die großen Bogen der letztern haben 90 Fuß Oeffnung und 220 Fuß Höhe bis unter den Schluß.

Hinter jedem Stirnpfeiler werden die zwei Mauern aufgeführt, auf welche ein Theil des Kanals zu liegen kommt. Jede derſelben kommt 8 Fuß von der Mitte des Stirnpfeilers zu ſtehen und wird 20 Fuß 6 Zoll lang. An den Enden dieſer Mauern werden 4 andre rechtwinklicht darauf aufgeführt, jede von der Hinterſeite der vorigen an 20 Fuß lang.

Die Stirnpfeiler werden 9 Fuß ſtark, die Flügelmauern ſämmtlich 5 Fuß, die Kanalmauern und die rechtwinklicht darauf ſtehenden 4 Fuß, alles über den Abſätzen der Grundmauern gemeſſen.

Dieſe Mauern kommen mit dem Grundbette des Fluſſes gleich hoch und unter einander waagerecht zu liegen. Die Grundmauern werden auf den Stirnſeiten der Pfeiler und Flügelmauern in 4 Schichten getheilt, deren jede 3 Zoll abſetzt. Auf der Hinterſeite jedes Stirnpfeilers ſetzen dieſe Grundmauern 3 Zoll und auf den hintern Seiten der Flügelmauern 6 Zoll ab. Auch die Kanalmauern, und die rechtwinklicht darauf gerichteten, ſetzen 6 Zoll auf den Grundmauern ab.

Die Stirnpfeiler, die Flügelmauern, die Kanalmauern, und die rechtwinklicht auf die letztern, kommen auf Roſtpfähle zu ſtehen, die nach den für jeden Theil ſo eben beſchriebenen Abmeſſungen 3 Fuß von Mitte zu Mitte entfernt und ſo zu ſtehen kommen, daß jede Linie zwiſchen zwei in verſchiedenen Reihen einander zunächſt gegenüber liegenden Pfählen, mit der Richtung jeder Reihe einen rechten Winkel bildet. Die äußern Reihen kommen ohngefähr ſenkrecht unter die Außenſeite der Abſätze der Grundmauern, zu welchem Ende die Erde an den Stellen, auf welche dieſe Grundmauern zu ſtehen kommen, waagerecht bis auf 16 Fuß 7 Zoll unter der Sohle des Kanals ausgegraben wird.

Die Grundpfähle bleiben unbehauen. Sie müſſen wenigſtens 15 Fuß lang und 10 Zoll im mittlern Durchmeſſer ſtark ſein, werden geſchält, und, ſo gut als es gehen will, gerade abgerichtet. Sie werden am dünnen Ende geſpitzt, ſo daß an jeden Pfahl ein eiſerner mit Einſchluß der Nägel 15 Pfund ſchwerer Schuh mit 4 Federn befeſtigt werden kann.

Dieſe Pfähle werden mit einem 700 Pfund ſchweren Bär ſo lange gerammt, bis ſie nicht mehr ziehen wollen, und hierauf 16 Fuß 7 Zoll tief unter der Sohle des Kanals abgeglichen; jedoch bleibt an jedem Pfahle Holz zu einem 4 Zoll hohen, 2 Zoll dicken Zapfen ſtehen, welcher in die Schwellen oder Zangen greift.

Die auf die Pfähle zu legenden Langſchwellen werden 12 Zoll ſtark, und die Zangen 9 Zoll und 10 Zoll. Sie werden ſämmtlich ſo gelacht, daß die Zapfen an den Pfählen in die Löcher paſſen, und dann wird alles mit eichenen Nägeln zuſammen verbunden.

Der Raum zwiſchen dieſen Schwellen und Zangen wird ohngefähr 15 Zoll tief ausgebaggert, und mit Mauerwerk von Bruchſteinen aus der Gegend und Sandkalk ausgefüllt. Darüber wird dann wieder durch die ganze Stärke der Mauern und Stirnpfeiler ein Belag von 4 Zoll ſtarken gefugten Bohlen genau paſſend und in Verband gelegt, und dieſe Bohlen mit 8 Zoll langen, 6 Linien ſtarken eiſernen Nägeln mit Widerhaken befeſtigt.

Auf dieſem Belage wird der Umfang der unterſten Abſätze der Stirnpfeiler und andern Mauern nach den vorher angegebenen Maaßen aufgeſchnürt, wonach die Stirnpfeiler in der unterſten Schicht 10 Fuß 3 Zoll, und jede der Mauern in der Verlängerung derſelben und die rechtwinklicht darauf 6 Fuß 6 Zoll ſtark ſind. Die hintere Seite dieſer Schichten wird lothrecht aufgeführt, und auf der vordern Seite ſetzt, wie ſchon geſagt, jede 3 Zoll ab. Auf dem Roſtbelage beträgt ihre Stärke 5 Fuß.

Die Stirnpfeiler werden von der Oberkante des letzten Abſatzes an bis zu dem Anfange des Gewölbes 4 Fuß hoch. Der Queerſchnitt des letztern ſoll ein Kreisbogen von 24 Fuß Halbmeſſer ſein, und wird daſſelbe 3 Fuß 3 Zoll von der Sehne an hoch und 2 Fuß 6 Zoll im Schluſſe ſtark, ſo daß die Oberkante des letztern 18 Zoll unter der Sohle des Kanals zu liegen kommt.

Auf dieſem Gewölbe werden 2 Mauern, zur Bildung des Kanals ſelbſt, ſo aufgeführt, daß deren äußere Stirnflächen in 8 Fuß 6 Zoll Entfernung von den Brückenhäuptern liegen und mit denſelben gleichlaufen. Jede Stirnfläche wird bis unter die Plinte der Bruſtmauer 7 Fuß 3 Zoll hoch, unten 8 Fuß 6 Zoll, oben 8 Fuß 4 Zoll ſtark. Dieſe Mauern werden nach ihrer Länge waagerecht abgeglichen, und vereinigen ſich mit denen hinter jedem vorher erwähnten Stirnpfeiler. Letztere werden mit Einſchluß der Deckſchicht darauf, vom Roſtbelage an, 18 Fuß 9 Zoll hoch. Gleiche Höhe erhalten die rechtwinklicht auf den Kanal ſtehenden Mauern.

Die Mauern in der Verlängerung der Stirnpfeiler, und die rechtwinklicht darauf, werden vom letzten Abſatze bis unter die Plinte 17 Fuß hoch, und wie die vorigen der Länge nach waagerecht abgeglichen.

Während des Baues bleiben in jedem Winkel, den die Mauern oberhalb der Brückenhäupter bilden, an 4 Schichten Vorſprünge, die zuſammen 18 Zoll austragen, damit darauf die kreisförmigen Theile der Bruſtmauern und der Plinten derſelben über den gedachten Winkeln geſetzt werden können. Dieſe Kragſteine werden in allen waagerechten Schnitten kreisförmig und in allen lothrechten bogenförmig ausgehauen.

Die 4 Schichten, welche die Abſätze unter den Stirnpfeilern, den Mauern in der Verlängerung derſelben, und den Pilaſtern an den äußeren Enden der letzteren bilden, müſſen aus Quadern beſtehen, und zwar aus Läufern und Bindern, die abwechſelnd 16 Zoll und 24 Zoll in die Mauer greifen.

In den Anfang jeder der Mauern, in der Verlängerung der Stirnpfeiler, kommt ein herausſpringender Gurt von Quadern, in welchem die Steine abwechſelnd 36 Zoll und 42 Zoll in der Stirnfläche lang ſind, und an jedes äußere Ende der Mauern über den Brückenhäuptern ein eben ſolcher, der mit dem zugehörigen von den vorigen im Verbande iſt. Vierzehn andre kommen in die zwei Kanalmauern, und ein kreisförmiger an jedes Ende derſelben. Die Steine in dieſen 14 erſtern müſſen abwechſelnd 18 Zoll und 30 Zoll in den Stirnflächen lang ſein, die in den kreisförmigen aber 5 Fuß 6 Zoll und 6 Fuß 6 Zoll, alle aber abwechſelnd 12 Zoll und 18 Zoll tief in die Mauer reichen.

Die Pilaſter an den äußeren Enden der Mauern, in der Verlängerung der Stirnpfeiler, werden ebenfalls auf 2 Fuß mittlere Stärke von Quadern aufgeführt, und bilden Verzahnungen von abwechſelnd 4 Zoll und 8 Zoll Länge mit dieſen und den rechtwinklicht darauf ſtehenden Mauern.

Dieſe Pilaſter werden regelmäßig in Schichten getheilt, zwiſchen je zweien derſelben aber 18 Linien hohe, 2 Zoll tiefe Fugenſchnitte angebracht, und deren Kanten abgerundet, um bäuriſches Werk zu bilden.

Auch die Ecken der Giebelanſichten der Stirnpfeiler und die Bogenhäupter werden von Quadern aufgeführt. Die Schichten in den Ecken und die Gewölbſteine werden abwechſelnd 24 Zoll und 30 Zoll lang, die innere Seite des Gewölbes als Stirnfläche angenommen.

Die durchlaufende Plinte über den Brückenhäuptern und den Flügelmauern wird 15 Zoll hoch und 30 Zoll breit, ſpringt 3 Zoll vor der reinen Mauer vor, und wird nach der noch auszuhändigenden Zeichnung von dem Queerſchnitte aus gearbeitet.

Auf die Pilaſter an den äußeren Enden der Mauern, in der Verlängerung der Stirnpfeiler und rechtwinklicht darauf, kommen ſandſteinerne Würfel oder Sockel, jeder 4 Fuß lang und breit, 3 Fuß 6 Zoll, mit Einſchluß der Abwäſſerung von 3 Zoll, hoch. Dieſe Würfel bilden zugleich Verzahnungen, welche abwechſelnd 4 Zoll und 8 Zoll in die Geländermauern greifen. Die Theile rechtwinklicht auf die Kanalmauern endigen ſich mit eben ſolchen Würfeln, deren Stirnflächen mit denen der Würfel an den äußeren Enden der Flügelmauern rechtwinklicht auf die Stirnpfeiler in einerlei Ebene fallen.

Die Geländermauern werden 3 Fuß 3 Zoll hoch, nämlich auf 2 Fuß 3 Zoll, 16 Zoll ſtark von Mauerſteinen, und der übrige Theil, der die Deckſchicht ausmacht, von Quadern 18 Zoll breit, um auf jeder Seite einen Zoll überzuſtehen.

Die kreisförmig abgerundeten Winkel dieſer Bruſtmauern werden durch die ganze Höhe von Quaderſteinen aufgeführt. Jede ſolche Stelle ſoll aus 3 Schichten beſtehen, wovon eine, wie die vorbeſchriebene Deckplatte, mit dieſer zuſammentrifft, und die beiden andern zuſammen ſo hoch, als der Theil von Mauerſteinen, reſp. 5 Fuß 9 Zoll und 6 Fuß 9 Zoll lang und 16 Zoll ſtark ſind.

Auf die Kanalmauern kommt eine 1 Fuß hohe, 16 Zoll breite Schicht, welche einen Zoll über die reine Mauer vorſpringt.

Die Stirnflächen der Brückenpfeiler, der Flügelmauern und die über den Brückenhäuptern, ingleichen die Theile zwiſchen den Gurten in den Kanalmauern, werden 12 Zoll ſtark von Mauerſteinen aufgeführt, der Bogen ebenfalls im Durchſchnitte 30 Zoll ſtark von demſelben Material, wobei die äußere Wölbung des letztern ebenfalls mit Mauerſteinen abgeglichen, zu allem aber Mörtel von Kalk und Cement genommen wird.

Wenn an dem Mörtel in den Fugen des Gewölbes kein Setzen mehr zu bemerken iſt, was 6 Monate nach Wegnahme der Lehrbogen der Fall ſein kann, ſo wird auf dies Gewölbe ein Eſtrich von Cementmörtel in Lagen von 1 Zoll Höhe aufgebracht und mit der Kelle zuſammengeſchlagen. Darauf kommt eine etwa 9 Zoll ſtarke Schicht von kleingeſchlagenen Steinen und Mörtel von Kalk und Cement. Auf dieſes Mauerwerk kommt dann noch ein Pflaſter von Sandſteinen, die in eben ſolchen Mörtel ſo verſetzt werden, daß ihre Oberkante mit der Sohle des Kanals gleich hoch zu liegen kommt.

Auch gegen die hintern Stirnflächen der Kanalmauern kommt ein eben ſolches Mauerwerk von zerſchlagenen Steinen und 9 Zoll Stärke.

Alle übrige Mauerarbeit am Brück-Kanale wird von Bruchſteinen aus der Gegend und Sandkalk aufgeführt.

Der Lehrbogen beſteht aus 6 gleich weit von einander entfernten Curven und jede Curve aus 2 Bändern, zuſammen 4 Toiſen lang; einem Spannriegel von 10 Fuß 6 Zoll Länge; aus 2 Streben, zuſammen 14 Fuß lang; 2 Säulen an den Stirnpfeilern, in welche ſich die Streben ſetzen, jede 3 Fuß lang, und aus 3 doppelten Hängeſäulen, zuſammen 6 Stücken, jedes 4 Fuß 6 Zoll lang, enthaltend, alles 10 Zoll und 12 Zoll ſtark. Auf

Digitized by Google

die Bänder kommen zwei, zuſammen 22 Fuß lange, 8 Zoll und 10 Zoll ſtarke abgerundete Knaggen.

Dieſe Curven kommen auf zwei Reihen Schwellen, jede 33 Fuß 6 Zoll lang, 5 Zoll und 12 Zoll ſtark, zu ſtehen, in welche die Säulen gezapft werden, worauf 10 Zoll und 12 Zoll ſtarke Holme von gleicher Länge mit den Schwellen zu liegen kommen.

Auf dieſe Curven werden dann 37 Reihen Schalhölzer, zuſammen ſo lang als der Bogen, und 6 Zoll und 8 Zoll ſtark, auf eichene Keile gelegt, und oberhalb mit dem Breitbeile nach der Bogenlinie abgerundet.

Die 6 Curven werden durch 2 Reihen Riegelhölzer, jede 33 Fuß 6 Zoll lang, 8 Zoll und 9 Zoll ſtark, welche auf die Spannriegel gelegt werden, und durch 6 Zoll und 7 Zoll ſtarke Sturmbänder, die ſich mit einem Ende gegen die Stirnpfeiler, mit dem andern gegen die äußern Enden der Bänder ſetzen, vor dem Ausweichen zur Seite geſichert.

Die Hängeſäulen werden jede durch 2 Schraubenbolzen von 24 Zoll Länge und 12 Linien Stärke zuſammengehalten.

Während des Baues bleiben an jedem Stirnpfeiler 6 Vorſprünge ſtehen, gegen welche ſich die Schwellen und Säulen der Lehrbogen legen. Dieſe Vorſprünge kommen in 2 Schichten, erhalten zuſammen 18 Zoll Höhe im Durchſchnitte, 1 Fuß Stärke und eben ſo viel Breite. Nach Wegnahme der Lehrbogen werden ſie bis zur reinen Mauer der Stirnpfeiler weggehauen.

Bei Wegnahme der Lehrbogen wird ſo verfahren, wie in dem Abſchnitte, welcher von einer 16 Fuß weiten Brücke hinter einer Schleuſe handelt, vorgeſchrieben worden.

Die zwei Fußwege zwiſchen den Kanalmauern und den Brückengeländern werden mit geſpaltenen Sandſteinen in Cementmörtel bis lothrecht über die Hinterſeiten der Stirnpfeiler gepflaſtert. Der übrige Theil bis zum Ende der Mauern rechtwinklicht auf die Stirnpfeiler wird mit guten Sandſteinen in Sand mit hinreichendem Gefälle nach dem Kanale zu gepflaſtert, damit das Regenwaſſer abziehen könne.

Nach Beendigung des ganzen Brückenbaues werden die Stirnflächen nachgeputzt und mit Cementmörtel verſtrichen, und eben ſo alle übrige vorerwähnte Mauerarbeiten behandelt.

Digitized by Google

Viertes Kapitel.

Angabe der Orte, von welchen die Materialien genommen werden, und Verwendung und Bearbeitung der letzteren.

Die Materialien zu ſämmtlichen Mauerarbeiten, von denen im gegenwärtigen Entwurfe die Rede iſt, werden an folgenden Orten genommen:

Die Sandſteine zu den Grundmauern und Boden, in den Steinbrüchen bei Buſſy, oder Cul-de-loup, im Othewalde, in 3½ Lieues durchſchnittsmäßiger Entfernung.

Die weißen und harten Quadern zu den Arbeiten über den Grundmauern, in den Gehölzen jenſeit Tonnerre in 12 Lieues mittlerer Entfernung. Sie werden nur aus der mittelſten Bank genommen, da dieſe die einzige iſt, die durch den Froſt nicht leidet. Damit die Steinbrecher hierbei keine Betrügerei machen können, ſo werden die Steine nicht anders verwendet, als bis ſie einen Winter über der Witterung ausgeſetzt worden. Uebrigens werden dieſe Steine nur dann den erſteren vorgezogen, wenn es ſich zeigt, daß dadurch bedeutend an Koſten geſpart wird.

Die Bruchſteine und die rauhen Werkſtücke zu dem Mauerwerke, welches vom Waſſer berühret wird, werden aus den Sandſteinbrüchen bei Buſſy oder aus den Abhängen und Weinbergen in der Gegend des Baues genommen, und zwar geſchieht letzteres vorzugsweiſe, wenn dadurch Steine genug geſchafft werden können. Sollten ſolche Steine gar nicht oder nur in ſo großer Entfernung zu haben ſein, daß der Preis wegen der koſtbaren Anfuhre zu hoch würde, ſo werden dergleichen aus der Gegend von Germigny, Flogny und andern benachbarten Kirchſpielen genommen, wo ſich eine Art harter und ſehr guter Mühlſteine findet. Der Unternehmer muß indeſſen in allen Fällen ſo viel Brüche aufſuchen, daß nur die beſten benutzt zu werden brauchen, und die obern Bänke zurückgelaſſen werden können, da dieſe gewöhnlich aufgelöſt ſind und vom Froſte leiden.

Die Mauerſteine werden aus den Ramée'ſchen und Rebourceaux'ſchen Ziegeleien, oder aus der Joigny'ſchen, als den beſten im Lande, genommen, müſſen gut gebrannt ſein und hell klingen, dürfen aber nicht verglaſt ſein, (da ſie dann den Mörtel nie gut annehmen,) und werden Steine der letzteren Art ausgeſchoſſen, ſie müßten denn in äußern Stirnflächen verwandt werden können, wo ſie beſſer widerſtehen.

Der Kalk kommt aus Bellechaume oder Vaux-de-Vannes in 3 Lieues durchſchnittsmäßiger Entfernung.

Digitized by Google

Der Sand wird gegraben, wenn er ſich in der Nähe und von guter Beſchaffenheit, ſo wie der an manchen Stellen der Abhänge, findet. Im entgegengeſetzten Falle wird dergleichen aus dem Fluſſe, aber nur an ſolchen Stellen geholt, wo ſich weder Erde noch Schlamm abſetzt, darf aber überhaupt nur trocken, ſcharf, und gut gereinigt verwandt werden.

Der Cement wird von Dachziegeln und nicht aus Mauerſteinen bereitet, und in den nächſtgelegenen Städten geholt. Vorzugsweiſe wird das Ziegelgut in den Städten genommen, welche an Flüſſen liegen, da die Waſſerfracht immer weniger koſtbar iſt.

Zur Zimmerarbeit an den Schleuſen wird ſehr trocknes und fehlerfreies Eichenholz genommen.

Das Eiſen kommt aus den beſten Eiſenwerken in der Gegend, muß gut geſchweißt, geſchmeidig und ohne Riſſe und Brüche ſein.

Alle Quaderſteine zu den beſchriebenen Arbeiten werden in ihren Lager- und Stoßfugen gut geſpitzt und behauen, müſſen vollkantig und nirgends ausgeſprungen ſein, dürfen weder Adern noch weiche Stellen haben, werden, nach den dem Unternehmer auszuhändigenden Lehren, auf das Genaueſte bearbeitet, und in gutem Verbande mit durchlaufenden Schichten verſetzt.

Das innere Mauerwerk wird ebenfalls ſchichtenweiſe waagerecht abgeglichen, und in gutem Verbande mit den Stirnflächen aufgeführt.

Der gewöhnliche Mörtel zum Mauerwerke beſteht aus einem Drittel gelöſchten Kalkes, und zwei Dritteln ſcharfen trocknen Sandes. Zum Cementmörtel kommen $\frac{2}{3}$ Kalk und $\frac{1}{3}$ trockner Cement. Dieſe Beſtandtheile werden gut geſchlagen und ohne Waſſer vermiſcht.

Fünftes Kapitel.

Allgemeine Bedingungen.

Alle vorbeſchriebene Arbeiten werden gut und gehörig, nach den Vorſchriften des Entwurfs und den auf jede Bezug habenden Regeln der Kunſt, ausgeführt. Der Unternehmer richtet ſich nach den Lehren, die ihm an Ort und Stelle vorgeſchnürt werden, und nach den allgemeinen und beſondern Zeichnungen, die er erhält, ſobald es nöthig iſt. Er liefert die Materialien aller Art, läßt ſie verladen und bis auf den Bau ſchaffen, bezahlt alles Arbeitslohn an Werkleute, Tagelöhner, Erdarbeiter und andre, und hält alle Geſchirre und Geräthſchaften, als große und kleine Krahne, Hebezeuge, Rammen, Bagger, Wagen, Kippkarren, Hohlkarren, Nothbrücken, Gerüſte, Schiffe zur Materialien-

anfuhre, Taue, Seile, und ſämmtliche zur Ausführung der fraglichen Arbeiten erforderliche Werkzeuge.

Ferner ſchafft er die Geräthſchaften, die Pfähle zum Abſtecken der Richtung und der Lagen der einzelnen Werke und zur Beſtimmung der verſchiedenen Neigungen, und alles, was zum Einmauern dieſer Pfähle gehört, an.

Zum Ausſchöpfen des Waſſers giebt derſelbe ferner alle erforderliche Maſchinen, bezahlt das Arbeitslohn und beſtreitet ſämmtliche dabei vorkommende Ausgaben, alles nach den beſondern Anweiſungen, die ihm ſpäterhin, ſo wie es nöthig ſein wird, ertheilt werden ſollen.

Auch läßt er die zur Ausführung der fraglichen Arbeiten nöthigen Niederlagen, Schmieden und Schuppen erbauen.

Außerdem hält derſelbe einen guten Steinmetz und einen erfahrenen Zimmerpolirer, und alle übrige Hauptarbeiter, die jedoch ſämmtlich nur in ſo fern zugelaſſen werden können, als deren Fähigkeiten und Aufführung dem Baubeamten von einer guten Seite bekannt geworden.

Es darf kein Maurer, Zimmermann, oder ſonſtiger Handwerker angenommen werden, der nicht als fähig bekannt iſt, und wenigſtens 2 Lehrjahre ausgehalten hat; alle die, welche der Baubeamte nicht als im Beſitz dieſer Eigenſchaften anerkennt, werden zurückgewieſen. Der Unternehmer iſt auch verbunden, auf ſeine Koſten ſofort alle diejenigen Stücke einnehmen und nochmals aufführen zu laſſen, welche von dem gedachten Baubeamten als nicht gut und tüchtig befunden werden, oder wegen verborgener unrichtig bearbeiteter Stellen und ſchlechter Beſchaffenheit des Mörtels im Mauerwerke der Schleuſen, Schleuſenkammern, Brück-Kanäle und andern Theile, das Waſſer durchlaſſen.

Beſagter Unternehmer iſt ferner verbunden, ſich nach den ihm zugehenden Befehlen zu richten, und jede Arbeit zu der ihm zu beſtimmenden Zeit auszuführen, damit alles in den paſſenden Jahreszeiten geſchehe; zu welchem Ende derſelbe Materialien aller Art in hinreichender Menge anſchafft, und für eine hinlängliche Anzahl von Arbeitern ſorgt, damit der Bau weder aufgehalten werde, noch der guten und dauerhaften Ausführung deſſelben nachtheilige Umſtände eintreten können, widrigenfalls Allem auf ſeine Koſten abgeholfen wird.

Sollte es während des Baues für nöthig gehalten werden, etwas in Betreff der Beſchaffenheit, der Bearbeitung oder der Abmeſſungen der Materialien im Allgemeinen oder in einzelnen Theilen, der mehrern Feſtigkeit oder der Erſparung wegen, abzuändern, ſo muß

ſich

sich der Unternehmer nach den ihm desfalls zugehenden schriftlichen Verfügungen richten, wogegen ihm Ueberschreitungen zu-, weggelassene Arbeiten aber abgerechnet werden, und zwar nach den von dem Baubeamten auf den Grund der Verdingspreise zu machenden Abschätzungen. Eben so wird in Betreff der Anfuhre der Materialien verfahren, welche von mehr oder weniger entfernten Orten geschieht, als im Anschlage angenommen.

Der Unternehmer ist ferner verbunden, die Beamten, Aufseher und Wächter zu lohnen, welche zur Sicherung der Bauplätze bei Tage und bei Nacht für nöthig gehalten werden.

Ferner muß er bei den Erdarbeiten eine hinreichende Menge Arbeiter haben, welche immer, je nachdem es nöthig ist, beim Wasserschöpfen oder bei andern Arbeiten am Kanale angestellt werden können, während umgekehrt die, welche zu manchen Zeiten bei diesen Arbeiten nicht gebraucht werden können, zu den Erdarbeiten abgegeben werden, wo ihnen sowohl das Ausgraben als das Wegschaffen der Erde in Verding gegeben wird. Ein gleiches Verfahren findet in Betreff der Schanzgräber Statt, welche etwa für denselben Lohn, den die übrigen Arbeiter bei gleicher Beschäftigung erhalten, angestellt werden.

Besagter Unternehmer kann die übernommenen Arbeiten weder ganz noch zum Theil, ohne schriftliche Erlaubniß, abtreten, bei Strafe, daß die mit Werkleuten oder Materialien-Lieferanten abgeschlossenen besondern Contracte für ungültig erklärt werden.

Sollten sich in Betreff der fraglichen Bauten, oder irgend eines darauf Bezug habenden Umstandes, Schwierigkeiten oder Streitigkeiten erheben, so beschwert sich der Unternehmer desfalls bei dem Herrn Brücken- und Chaussee-Commissarius, unterwirft sich dem Urtheile des Finanz-Büreaus des Pariser Kreises, und begiebt sich der Klage bei jeder andern Gerichtsbehörde.

Der Unternehmer muß ferner bei Anfang des Baues, außer dem 20sten Theile des Preises der ausgeführten Arbeiten, als der Hälfte des ihm zugebilligten Gewinnstes, 50000 Livres Vorschuß machen, und wird ihm diese Summe erst nach erfolgter Abnahme der Arbeiten ausgezahlt.

Noch ist der Unternehmer verbunden, sämmtliche Arbeiten bis zur Abnahme, ein Jahr nach deren Beendigung, in gutem Stande zu erhalten, und alle etwa auf den Baustellen übrig bleibenden Materialien wegzuschaffen, um alle Plätze, vorzüglich aber die in der Nähe des Kanals, frei und rein zu machen. Die nach Vollendung des Kanals und aller zugehörigen Arbeiten noch vorhandenen Materialien, Geräthschaften und Werkzeuge,

mit Einschluß des Holzes von den Gerüsten und den andern Gebäuden, als Magazine, Schmieden und dergleichen, welche er etwa hat bauen lassen, verbleiben ihm als freies Eigenthum, mit Ausnahme der Maschinen und Geräthschaften, welche etwa Königliches Eigenthum sind.

Derselbe leistet endlich gute und hinlängliche Gewähr für die Königl. Gelder, und die Ausführung der ihm übertragenen Arbeiten, für welche er, wie herkömmlich, stehen muß.

So geschehen ꝛc.

Erklärung der Kupfertafeln,

den Burgundischen Kanal betreffend.

Taf. 37.

Brück-Kanal über den Avrolles, und Queerschnitt des Kanals.

Taf. 38.

Grundriß und Längendurchschnitt einer Schleuse von 10 Fuß Gefälle.

Taf. 39.

Ober- und Unterhaupt einer Schleuse. Auf der rechten Seite der Tafel ein Queerschnitt der Schleuse, mit Ansicht der Fallmauer am Oberthore; auf der andern: Ansicht des Unterthores und Durchschnitt des Kanals am untern Ende der Schleuse.

Aus dieser und der vorigen Kupfertafel ist ersichtlich, daß diese Schleusen nicht, wie gewöhnlich, hölzerne Roste mit Belag erhalten sollen, da die Zimmerarbeit sich nicht gut mit der Mauerarbeit verbindet. Der Hauptzweck der Roste ist der, die Last des Mauerwerks und des auf dem Grundwerke stehenden Wassers gleichförmig über den Boden zu verbreiten, und auch das Durchsickern des Wassers durch den Kammerboden zu verhüten, wobei der Druck des Oberwassers den Holzverband und Belag in die Höhe zu treiben und auszubauchen strebt, so daß man öfter die Roste verdoppeln muß. Allein diesen beiden nachtheiligen Umständen ist durch den in 4 Fuß durchschnittsmäßiger Stärke überall durchgehenden Boden, der nach einem unterwärts gekehrten, 1 Fuß hohen Bogen mit Gurten von Quadersteinen und dazwischen von Mauersteinen in Cementmörtel angelegt wird, begegnet. Unter diesen Bogen, und hinter die Mauersteine in den Stirnflächen der Schleusenwände,

kommt eine 12 bis 15 Zoll starke Gußmauer von Feldkieseln oder zerschlagenen harten Steinen in Cementmörtel, wodurch die Arbeit fester wird, ohne daß wegen der jetzigen hohen Preise des Zimmerholzes, welches dagegen wegfällt, die Kosten größer würden.

Es wird übrigens nicht nöthig sein, diese Schleusen mit Pfahlrosten zu versehen, da der Boden im Allgemeinen kiesig und so beschaffen ist, daß er der Last widerstehen kann; allein es wird unvermeidlich sein, die gewöhnlichen Spundwände an beiden Enden der Schleusen beizubehalten, um das Durchsickern des Wassers zu verhindern.

Anstatt Strebepfeiler anzulegen, hätten auch nur die Schleusenwände stärker gemacht werden können; allein außer daß dadurch an mehrern Orten die Hebelsarme verlängert werden, an denen die Last wirkt, welche dem Drucke des Erdreichs und des Wassers widersteht, dienen sie auch noch dazu, den Lauf des hinter den Mauern durchsickernden Wassers zu unterbrechen, vorzüglich weil hier eine Wand von Dammerde angebracht werden soll. Auch kann man zu mehrerer Vorsicht in der Bruchsteinmauer und dem Umfange der Strebepfeiler öfter einige Zoll vorspringende Verzahnungen stehen lassen, um den Lauf des durchdringenden Wassers besser aufzuhalten.

Taf. 40.

Grundriß, Aufriß und Durchschnitt eines Ueberfalls in der Höhe des Wasserspiegels im Kanale, mit einem Grundablasse in der Mitte.

Aus dem Durchschnitte nach AB ist ersichtlich, daß die Ueberfälle nach einer Sinusoide erbaut werden und am untern Ende einen Sturzboden erhalten sollen, damit der Grund hier nicht ausgewaschen werde.

Die geringe Höhe der Dämme, welche als Leinpfade dienen sollen, macht es nöthig, über diese Ueberfälle hölzerne Brücken zu legen; sonst wäre es besser, sie wegen der kurzen Dauer des Holzes zu wölben.

Aus dem Grundrisse und dem Queerschnitte sieht man, daß vor dem Ueberfalle eine Reihe verholmter Pfähle angebracht werden soll, um denselben vor dem Stoße der Schiffe zu sichern.

Taf. 41.

Grundriß, Ansicht und Durchschnitt eines einzeln liegenden Grundablasses und eines Ueberfallwehrs.

Die Grundabläße dienen dazu, die Kanaltheile, welche, im Fall in den Dämmen eine Oeffnung oder ein anderer Schade entsteht, ausgebessert werden müssen, oder gereinigt

werden ſollen, abzulaſſen, vorzüglich wenn die Sohle des Kanals tiefer liegt, als die Schleuſe am untern Ende deſſelben.

Ueberfallwehre werden erbaut, um Quellwaſſer oder kleine Bäche von hellem Waſſer aufzunehmen, wenn es für gut gehalten wird, ſolche in die Kanäle zu führen, um dieſe zu ſpeiſen, und dadurch den Hauptzuflüſſen zu Hülfe zu kommen.

Taf. 42.

Brücke über den Kanal, von 24 Fuß Oeffnung und mit Leinpfad darunter.

Das Gewölbe wird nach einem Kreisbogen aufgeführt, damit die Pferde leicht darunter weggehen können; bei dieſer Krümmung können auch die Schiffe, welche mit Waaren, die vielen Raum einnehmen, als Heu, Holz und Kohlen, beladen ſind, beſſer unter der Brücke durchfahren.

Taf. 43.

Grundriß, Aufriß und Durchſchnitt eines Brück-Kanals über die Armanſe zu St. Florentin.

Dieſe Brücke ſoll aus 3 Bogen, jeder von 30 Fuß Weite, nach Kreisbogen von 30 Fuß Halbmeſſer, beſtehen. Die Mittelpfeiler werden 6 Fuß, die Stirnpfeiler 12 Fuß ſtark.

Alles Uebrige wird wie bei dem Brück-Kanale über den Avrolles (Taf. 37.), wovon der Entwurf mitgetheilt worden, eingerichtet.

Taf. 44.

Grundriß der Wendehöhlung, einer Wendeſäule, und der Anker am obern Ende der letztern, nebſt deren Durchſchnitt und Aufriß; endlich Grundriß und Durchſchnitt der Pfannen unter den Wendeſäulen.

Fig. 1.

Verzeichnung des Grundriſſes der Wendehöhlung, wenn der ausſpringende Winkel des Drempels und der Halbmeſſer des halbkreisförmig abgerundeten Theils der erſtern gegeben ſind *).

*) Man vergleiche hiermit Eytelwein's Anw. z. Waſſerbaukunſt. 4tes Heft, S. 69, wo eine Lage der Wendeſäule gegen die Wendehöhlung angegeben iſt, bei der die nach der hier beſchriebenen Anordnung Statt findenden Nachtheile, entweder Reibung oder Mangel an Waſſerdichtigkeit, beide vermieden ſind.
Anm. d. Ueb.

BAG, die Hälfte des ausſpringenden Winkels des Drempels, ſei gegeben, ferner die Linie MG = dem Halbmeſſer des halbkreisförmigen Theils der Wendeſäule $HDEFG$, und eines Stücks des Thores.

Die Linie YJ bezeichnet die innere Stirnfläche der einen Schleuſenwand; man verlängere dieſelbe nach Z zu.

Die Linie AC ſtellt die Vorderſeite eines Theils des Drempels vor; dieſe werde nach G zu verlängert.

Durch J, wo ſich AG und YZ ſchneiden, zieht man auf AG ſenkrecht $JN = GM$, dem gegebenen Radius, welcher ebenfalls auf AG in G ſenkrecht getragen wird. Man vollende das Parallelogramm $JNMG$, was jedoch auf dem Kupferſtiche nicht ganz genau angegeben iſt, ſo wird M der Mittelpunkt des halbkreisförmigen Theils der Wendeſäule $HDEFG$ ſein.

$JG = GM$, nach der Verzeichnung, werde in C in 2 gleiche Theile getheilt, JC in der Verlängerung der Schleuſenwand aus J in K getragen, KL und CL auf JG und JY ſenkrecht gezogen, und aus ihrem Durchſchnittspunkte L, mit $KL = LC$ der Bogen KC beſchrieben, um den ſpitzen Winkel YJG, den die Verlängerung der Schleuſenwand mit dem Drempel bildet, abzurunden.

Man ziehe ferner OP und QV mit ZY gleichlaufend und PQ rechtwinklicht darauf, um die Wendeſäule und einen Theil des Thors $POGVQ$ darzuſtellen. Wenn das Schleuſenthor geöffnet, und mit der Schleuſenwand YK gleichlaufend ſteht, ſo iſt die Tiefe der Thor-Niſche ZX, mit Einſchluß des Theils ZP auf der einen Seite, um welchen die Wendeſäule und der Thorflügel hinter die Vorderſeite der Schleuſenwand fallen, damit die Schiffe beim Durchſchleuſen nicht an die Thore ſtoßen, und des Theils QX auf der andern Seite, welcher als Spielraum von der Hinterſeite des Thors bis zur Thor-Niſche überall wenigſtens 3 Zoll breit bleibt, und nach einem Kreisbogen in den Punkt F läuft.

Die Linie $RCGF$ ſtellt den Grundriß der Wendehöhlung vor, CGF den Theil, welchen die Wendeſäule berührt, wenn ſich das Thor gegen den Drempel legt, und der Viertelskreis GF den, welchen dieſelbe berührt, wenn das Thor offen iſt, und die Lage $QFGOP$ hat.

Der Vorſprung des Drempels ſoll, wie es in Holland gewöhnlich iſt, dem 6ten Theile der Entfernung der Schleuſenwände gleich ſein, alſo hier bei 16 Fuß Größe der letztern 2 Fuß 8 Zoll.

Digitized by Google

Wenn die Wendeſäule eingebracht wird, ſo muß zwiſchen derſelben und der Wendehöhlung, welche in großen Quadern, die mit der größten Sorgfalt gehauen, verſetzt und vergoſſen worden, angebracht werden muß, eine Linie Spielraum bleiben.

Fig. 2.

Gewöhnlich werden um die obern Enden der Wendeſäulen eiſerne Halsbänder mit Gewinden gelegt, und dieſe durch Anker mit gabelförmigen Verbindungen, welche feſt in das Mauerwerk der Schleuſenwände eingelaſſen werden, gehalten, und dann findet die Reibung am Umfange der Wendeſäulen Statt. Es iſt hier verſucht worden, dieſe Reibung zu vermindern, um die Bewegung der Thore an dieſer Stelle zu erleichtern.

Anſtatt des Halseiſens ſoll eine eiſerne, 20 Linien im Durchmeſſer ſtarke Achſe in der Mitte des Obertheils der Wendeſäule angebracht und durch die Anker, wie Fig. 2. angegeben, umfaßt werden. In die Wendeſäule wird ein Einſchnitt gemacht, um den Anker anbringen zu können, und dabei der zur Bewegung der Thore nöthige Spielraum gelaſſen. Zur Verſtärkung des ausgeſchnittenen Theils wird um denſelben ein eiſerner Ring gelegt, in welchem aber vor dem gedachten Einſchnitte eine Oeffnung iſt; alles, wie im Grund- und Aufriſſe Fig. 3. angegeben.

Fig. 4. zeigt Grundriß und Durchſchnitt der meſſingenen Zapfen und Pfannen an den untern Enden der Wendeſäulen.

Digitized by Google

K a n a l,

durch welchen ein Theil des Waſſers der Yvette und der Bievre nach Paris geleitet werden ſoll.

Wenn es nothwendig iſt Schiffahrts-Kanäle zu eröffnen, um den Handel zu begünſtigen, und Reichthum und Ueberfluß in den von denſelben durchſchnittenen Provinzen zu verbreiten, indem man die Meere, mit welchen die Kanäle in Verbindung ſtehen, hierzu mit benutzt, ſo ſind andre nicht weniger nützlich, durch welche trockne Gegenden bewäſſert werden, wie der von Herrn Floquet angegebene, im Jahre 1752 angefangene in der Provence, oder ſolche, vermittelſt welcher den Städten gutes Waſſer zum Trinken oder auch nur zur Reinigung zugeführt wird, da hierdurch die Geſundheit der Einwohner gewinnt. Wenn man durch Anlegung von Bewäſſerungs-Kanälen trockne Ländereien in fruchtbare verwandelt, ſo werden dadurch gewiſſermaaßen neue Provinzen erobert; und einer der größten Vortheile, welcher den Bewohnern einer Stadt verſchafft werden kann, iſt der, ſie reichlich mit Waſſer auf öffentlichen Plätzen und in den Häuſern zu verſorgen.

Die großen Werke, durch welche die Römer Waſſer in die Städte geleitet haben, und deren Ueberbleibſel unſre Bewunderung erregen, ſind bekannt. Dahin gehören die Brückwaſſerleitung über den Gard in Languedoc, und mehr als 190 Lieues unterirdiſcher Kanäle, durch welche Rom, Lyon, Achen, Nimes und Freſus mit Waſſer verſorgt wurden. Auch unweit Liſſabon haben die Mauren eine Waſſerleitung bei Alcantara erbaut, welche queer durch ein Thal geht, um das Waſſer vom Gipfel eines Berges zu dem eines andern zu leiten, und die 90 Fuß weite und 210 Fuß bis unter den Schlußſtein hohe Bogen hat.

Das Waſſer braucht in Kanälen dieſer Art nicht immer waagerecht erhalten zu werden, wie in den Schifffahrts-Kanälen von einer Schleuſe zur andern, noch iſt es nöthig, daß jene eben ſo breit und tief ſeien, als dieſe. Die Abmeſſungen und das Gefälle eines ſolchen Kanals richten ſich nach dem Boden und der Waſſermenge, die dadurch fortgeführt werden ſoll.

Digitized by Google

Man kann Röhren nach Art von Hebern anbringen, und dieſe auf Brücken legen, die in den Thälern, welche ſie durchſchneiden, weniger hoch liegen, wie die Römer bei der Waſſerleitung nach Lyon gethan haben. Es iſt hier ſogar noch zu ſehen, daß ſie die Waſſermenge in 5 Röhren vertheilt haben, um den Druck zu vermindern, der, wenn alles Waſſer in eine einzige Röhre zuſammengebracht worden wäre, dieſe hätte ſprengen können *).

Kanäle dieſer Art müſſen vergrößert werden, je nachdem ihnen in ihrem Laufe neues Waſſer zugeführt werden kann. In denſelben müſſen hier und da Schlammfänge angelegt werden, deren Boden 1 Fuß tiefer liegt, als die Sohle des Kanals, und in welchen ſich der Schlamm abſetzt, der dann von Zeit zu Zeit herausgeſchafft werden muß; ferner Ueberfälle und Grundabläſſe an allen Orten, wo es nöthig iſt; ingleichen Durchſeihungen durch Sand in der Nähe der Städte, um das Waſſer heller zu machen.

Wenn die kleinen Flüſſe oder die Quellen, welche in dieſe Kanäle aufgenommen werden, den erforderlichen Bedarf in trockner Jahreszeit nicht liefern, ſo können an deren Stelle Behälter von Regenwaſſer treten.

Man läßt von dieſem Waſſer in gleichen Zeiten gleichviel in den Kanal, obgleich der Spiegel im Behälter ſich nach und nach ſenken muß, und zwar vermittelſt eines kleinen im Kanale angebrachten Gefäßes, das durch eine Vorrichtung von Eiſen an Schwengeln zieht, die eine mit Gewinden verſehene Schutzthüre, durch welche das Waſſer einſtrömt, öffnen und ſchließen, und zwar im umgekehrten Verhältniß der Geſchwindigkeit, welche die Druckhöhe im Behälter hervorbringen muß.

Ueber ſolche Waſſerleitungen müſſen da, wo ſie Wege durchſchneiden, kleine Brücken gelegt werden, außerdem aber auch noch Acker-Brücken. Zugleich müſſen Menſchen und Thiere durch Aufwürfe von einigen Fußen Höhe und jenſeit der letztern gepflanzte doppelte lebendige Hecken abgehalten werden, ſich dem Graben zu nähern. Bei der geringen Breite ſolcher Waſſerleitungen können dieſelben, wo es nöthig iſt, unter der Erde durchgeführt werden, wie die von Buc nach Verſailles, obgleich hier der Boden ſandig iſt. Indeſſen müſſen ſie doch,

*) Es verſteht ſich, daß hier nicht von der Verminderung des Drucks auf gleich große Theile des Flächeninhalts der Wände der Röhren, ſondern nur auf gleich lange Theile derſelben die Rede iſt, da bei unveränderter Druckhöhe der hydroſtatiſche Druck ſich wie die gedrückten Flächen verhält, alſo bei gleich langen Theilen cylindriſcher Röhren wie die inneren Durchmeſſer.

Anm. d. Ueb.

doch, wo möglich, oben offen sein, sollten sie auch in etwas größerer Länge um die Berge herumgeführt werden. Dies ist bei Schifffahrts-Kanälen noch sorgfältiger zu berücksichtigen, die unter der Erde durch sehr breit und hoch sein müssen, es wäre denn nur ein kurzes Stück durchzuarbeiten, wie ein Stück des Languedocschen Kanals bei Malpas, welches 85 Toisen lang durch Felsen gehauen ist. Der Kanal ist hier, mit Einschluß eines 3 Fuß breiten Fußweges, 22 Fuß breit, und vom Wasserspiegel bis unter den Schluß des Gewölbes eben so hoch.

Herrn von Parcieux's, eines Mitgliedes der Akademie der Wissenschaften, Vorschlag, die Yvette nach Paris zu leiten, da diese Stadt aus ihren Röhrleitungen nur wenig Wasser erhält, ist bekannt. Durch einen Rathsbeschluß wurde dem Verfasser aufgetragen, diesen Vorschlag vollends auszuarbeiten, indem dazu noch kein Entwurf der einzelnen Anlagen und kein Kostenanschlag vorhanden war. Derselbe fand Mittel, einen Theil des Wassers der Bievre mit dem der Yvette zu vereinigen, und erstattete in einem Aufsatze, der bei Wiedereröffnung der Königl. Akademie der Wissenschaften am 15ten November 1775 vorgelesen wurde, über seine Arbeit Bericht. Er hält für nöthig, diesen Aufsatz hier mitzutheilen, da aus demselben ersichtlich ist, was in dieser Hinsicht vorgenommen worden. Der Entwurf, der Kostenanschlag und die Zeichnungen sind in zwei Folio-Heften in der Bibliothek der Akademie niedergelegt worden.

Ein Auszug aus dem Kostenanschlage auf 2 laufende Toisen des offenen Theils des Kanals soll hernach mitgetheilt werden. Nach den einzelnen Preisen der verschiedenen Materialien, die darin vorkommen, kann man die der übrigen Theile beurtheilen, wobei jedoch auf die größere oder geringere Entfernung der Materialien Rücksicht genommen werden muß. Auch könnte man sich bei Anfertigung solcher Anschläge der Form bedienen, welche die in Betreff des Burgundischen Kanals mitgetheilten haben.

Die Kupfertafeln, welche die Zeichnungen der verschiedenen Bauwerke enthalten, sollen am Schlusse erklärt werden.

Abhandlung
über die Mittel, einen Theil des Waſſers der Yvette und der Bievre nach Paris zu leiten *).

Dem patriotiſchen Eifer des verſtorbenen Herrn von Parcieux, ſeinen Kenntniſſen, und ſeiner Vorliebe für die Hydraulik verdanken wir den Vorſchlag zu einer der ſchönſten Unternehmungen unſerer Zeit, durch welchen er ſich des Lobes und der Erkenntlichkeit des Publicums würdig gemacht hat.

Da er eingeſehen hatte, daß die an der Seine angelegten Maſchinen, und die Brunnen, durch welche die Einwohner von Paris mit Waſſer verſorgt werden, durchaus nicht den ganzen Bedarf der Stadt liefern können, ſo glaubte er ſeine Fähigkeiten und einen Theil ſeiner Zeit nicht nützlicher anwenden zu können, als Mittel aufzuſuchen, dieſer großen Stadt den koſtbarſten Vortheil zu verſchaffen, den ſie je dem Kunſtfleiße eines ihrer Einwohner zu danken haben kann.

Er unterſuchte mit der größten Sorgfalt die höchſten Flüſſe und Quellen in der Gegend von Paris, in der Abſicht, darunter reichhaltige zu finden, die bis zu der Höhe, in welcher das Arcueilſche Waſſer in dem Gebäude bei der Sternwarte ausſtrömt, geleitet werden können.

Das Ergebniß ſeiner Unterſuchungen war, daß nur die Yvette, etwas oberhalb Vaugien, 14800 Toiſen von der Stelle, wo die neue Notre-Dame-Straße und der Palu-Markt zuſammentreffen, von wo an die Meilenſteine gezählt werden, hierzu hoch genug zu liegen ſcheine. Er hat gefunden, daß dieſer Fluß, zuſammen mit den Bächen und Quellen, welche in denſelben geleitet werden könnten, bei kleinem Waſſer wenigſtens 1000, und zu andern Zeiten ſogar 2000 Zoll Waſſer **) liefern könne, wenn an mehrern von ihm vorgeſchlagenen Stellen Behälter und Stauwerke angelegt würden.

Nachdem die Beſtandtheile dieſes Waſſers auf das Sorgfältigſte von 2 Mitgliedern der Akademie der Wiſſenſchaften, dem verſtorbenen Herrn Hellot und Herrn Macquer, außerdem aber noch von 5 Commiſſarien der mediciniſchen Facultät zu Paris unterſucht worden waren, fand ſich, daß daſſelbe eben ſo geſund war, als Waſſer aus der Seine oberhalb Paris geſchöpft, da der Unterſchied im Gewichte und in einigen Erſcheinungen bei der

*) Vorgeleſen bei Wiedereröffnung der Sitzungen der Königlichen Akademie der Wiſſenſchaften, am 15ten November 1775.

**) Siehe Seite 398. Anm. d. Ueb.

Zerſetzung den gedachten Perſonen zu wenig bemerkbar ſchien, um die Eigenſchaften der beiden Arten von Waſſer nicht vollkommen gleich zu ſetzen.

Die Commiſſion hat auch bemerkt, daß der ſumpfige Geſchmack, den Mehrere dem Yvette-Waſſer vorgeworfen haben, zufällig, fremd, und von demſelben nicht unzertrennlich ſei, ſich vielmehr ganz verliere, wenn das Waſſer blos in die freie Luft geſtellt wird.

Herr von Parcieux hat über ſeinen Vorſchlag und ſeine Arbeiten in zwei Abhandlungen, von denen er die eine am 13ten November 1762, die andre am 12ten November 1766, bei Wiedereröffnung der öffentlichen Sitzungen der Akademie, und in einer dritten, die er im Jahre 1767 in unſern beſondern Verſammlungen vorgeleſen hat, weitläuftig Bericht erſtattet. Dieſe Abhandlungen ſind gedruckt und ausgegeben worden *), und ich glaube daher hierüber nicht weiter ins Einzelne gehen zu müſſen.

Nunmehr werde ich anführen, was in Betreff des fraglichen Vorſchlages ſeit Herrn von Parcieux's Tode geſchehen iſt.

Herr Maynon d'Invau glaubte kurz nach ſeiner Ernennung zum General-Controleur, der Stadt Paris keinen größern Dienſt erzeigen zu können, als den, daß er ihr Waſſer verſchaffte, indem das, was die Röhrenleitungen auf öffentliche Plätze und in die Häuſer liefern, zu den dringendſten Bedürfniſſen der Einwohner nicht ausreicht. Von Eifer für das allgemeine Wohl beſeelt, ſchlug dieſer Miniſter dem verſtorbenen Könige vor, Herrn von Parcieux's Entwurf vollends ausarbeiten zu laſſen, und die Ausführung deſſelben anzuordnen, ſobald ſich finden ſollte, daß damit alle die Vortheile verbunden ſeien, welche der Erfinder davon erwartete.

Herr von Invau ſchlug dem Könige zugleich vor, den Brücken- und Wege-Baubeamten die Ausarbeitung des fraglichen Entwurfs unter Hrn. Trudaine's Leitung aufzugeben. Durch einen Beſchluß des Staatsraths vom 30ſten Julius 1769 wurde ich hiermit, gemeinſchaftlich mit Hrn. von Chezy, den ich mir zum Gehülfen ausgebeten hatte, beauftragt.

Wir haben uns dieſer Arbeit mit der größten Sorgfalt unterzogen, ſolche eben beendigt, und wollen nun kurz aus einander ſetzen, worin ſie beſteht.

Zuvörderſt ſind topographiſche Pläne vom Laufe der Yvette und einem Theile der Bievre, auf der einen Seite von Paris bis Chevreuſe, auf der andern bis zum Dorfe Bievre aufgenommen worden.

*) Der Neffe des Herrn von Parcieux hat im Jahre 1776 eine vierte Abhandlung, nach einer in den Papieren ſeines Onkels vorgefundenen Handſchrift, drucken laſſen, und dieſer gegenwärtigen Aufſatz beigefügt.

Die Wassermenge, welche die Yvette liefern kann, ist oberhalb Saint Remi 819 Toisen vom Sammelteiche der alten Etau'schen Mühle ohnweit Vaugien, wo Herr von Parcieux die Einmündung seiner Wasserleitung anbringen wollte, gemessen worden. Hierzu haben wir gerechnet, was ein Sammelteich oder Behälter von 40 Arpents, der nach unserm Dafürhalten 6 Fuß hoch über dem Spiegel der Einmündung anzulegen sein wird, und die Bäche bei Courbetin, Portroyal, Goutte d'or und Bures liefern könnten. Wir haben gefunden, daß das Ganze in der trocknen Jahreszeit wenigstens 1000 Wasserzoll, und zu andern Zeiten, wie schon Herr von Parcieux angenommen, wenn der erwähnte Behälter, zugleich mit denen, welche er an andern Orten anzulegen vorgeschlagen hatte, benutzt würde, doppelt so viel betragen könne.

Wir haben ferner gefunden, daß es möglich sei, diese Wassermenge noch um 450 Zoll aus der Bievre zu vermehren, wenn der Mathuriner Bach und der bei Vauhalan dazu genommen würden, und zwar durch Anlegung einer 2809 Toisen langen Nebenleitung, welche in Bievre anfinge, und sich mit dem Kanale aus der Yvette etwas oberhalb Massy vereinigte, so daß bei trockner Jahreszeit zusammen ohngefähr 1500 Zoll Wasser geschafft werden könnten.

Das Bievre-Wasser ist von den Herren Macquer und Cadet chemisch untersucht worden, und es geht aus deren Berichte vom 22sten November 1769 hervor, daß es eben so gut als das Seine- und Yvette-Wasser beschaffen ist.

Wir müssen zugleich bemerken, daß die Bievre uns reichhaltig genug geschienen hat, um außer der vorgedachten Wassermenge, welche den Einwohnern von Paris sehr nützlich sein würde, noch genug für den Bedarf der Gobelinsmanufactur zu liefern; allein in dem Falle, daß es der letztern an Wasser fehlen sollte, könnte dieser Anstalt durch eine besondre Leitung so viel verschafft werden, als sie bedarf. Eben so könnte in Betreff der nützlichsten Anstalten in der Vorstadt St. Marceau verfahren werden, die sich jetzt des Bievre-Wassers bedienen.

Was die Mühlen betrifft, welche durch Verminderung der Wassermenge der Yvette und der Bievre leiden, so müssen die Besitzer derselben entschädigt werden, und ist darauf, und auf die Gebäude und den Grund und Boden, welche durch die Wasserleitungen und Kanäle verloren gehen, im Kostenanschlage Rücksicht genommen worden.

Das Gefälle des gedachten Flusses ist mit einer Wasserwaage mit Libelle abgewogen, und diese Messung durch mehrmalige Wiederholung geprüft worden. Ueber die Güte und Genauigkeit des gebrauchten Instruments hat einer von uns der Akademie bereits Bericht erstattet, wie aus dem fünften Bande der Abhandlungen auswärtiger Gelehrten zu ersehen ist.

Aus dieſen Abwiegungen ergiebt ſich, daß das ganze Gefälle, von demſelben Punkte an, wo Herr von Parcieux die Einmündung ſeines Kanals anlegen wollte (d. h. vom Ueberfallwehre der alten Etau'ſchen Mühle bis zu der Höhe, in welcher das Arcueilſche Waſſer in dem zugehörigen Gebäude ausfließt), 45 Fuß 7 Zoll 7 Linien; bis zum Fußboden der Sternwarte, dicht bei dem und jenſeit des Haupteinganges auf der Mitternachtſeite aber 34 Fuß 2 Zoll betrage. Dieſes Ueberfallwehr liegt 6 Fuß 4 Zoll tiefer als der Boden des Behälters, in welchem wir die Einmündung anlegen wollen, und zwar damit wir deſto leichter einen Theil des Waſſers, wie hernach aus einander geſetzt werden wird, bis zur Wippe (Estrapade) leiten können.

Das Arcueilſche Waſſer fließt 97 Fuß 8 Zoll 1 Linie *) über dem niedrigſten Waſſerſtande der Seine beim Invalidenhauſe aus, 16 Fuß 8 Zoll 1 Linie höher als der Strahl der Ausgußröhre, welche den Vertheilungskaſten der Waſſerkunſt bei der Lieb-Frauen-Brücke (pont notre Dame) ſpeiſt, oder 51 Fuß 8 Zoll 1 Linie über dem Pflaſter derſelben Brücke vor der Eingangsthüre des Kunſtgebäudes, und endlich 11 Fuß 5 Zoll 7 Linien unter dem vorerwähnten Fußboden der Sternwarte.

Die Einmündung des Kanals aus der Bievre ſoll im Grundbette 48 Fuß 9 Linien über den Ausfluß des Arcueilſchen Waſſers, und 7900 Toiſen von dem vorerwähnten Punkte, wo die Notre-Dame-Straße auf den Palu-Markt trifft, entfernt zu liegen kommen.

Der Kanal aus der Yvette wird 17352 Toiſen lang. Davon bleiben 15141 Toiſen offen, und 2211 Toiſen gehen in 15 einzelnen Stellen unter der Erde weg, wie dies bei der 750 Toiſen langen Waſſerleitung vom Teiche bei Trapes nach Verſailles, welche auf 84 Toiſen unter der Höhe bei Latory durchgeht, der Fall iſt.

Nach unſerer Meinung ſoll der obere Theil des Yvette-Kanals im Grundbette 4 Fuß, oberhalb 5 Fuß im Lichten breit, und eben ſo 5 Fuß hoch, der Theil aber, in welchem das Bievre-Waſſer zugleich mit enthalten ſein ſoll, überall 1 Fuß breiter werden.

Das Gefälle des Yvette-Kanals muß im Allgemeinen 15 Zoll auf 1000 Toiſen Länge betragen; allein in den durchzugrabenden, oder über dem gewachſenen Boden liegenden Stellen, wo, der Koſtenerſparung wegen, die Breite vermindert werden muß, iſt ein größeres Gefälle angenommen worden, damit auch hier dieſelbe Waſſermenge durchgehen könne.

*) Herr von Parcieux hatte 95 Fuß 9 Zoll gefunden. Der Unterſchied von 1 Fuß 11 Zoll liegt hauptſächlich im Gefälle der Seine, von der Brücke beim Hôtel-Dieu (bei welcher Hr. v. Parcieux ſeine Abwiegung geſchloſſen hatte) an, bis zum Invalidenhauſe.

Die Geschwindigkeit des Wassers im Kanale, dessen Gefälle auf 1000 Toisen 15 Zoll betragen soll, wird nach unsern Erfahrungen ohngefähr 1 Fuß in der Secunde sein *). Angenommen, daß die Wassertiefe im Kanale in der Regel nur 3 Fuß 6 Zoll betrage, so gehen 18 Cubikfuß $8\frac{3}{7}$ ($8\frac{7}{10}$?) Schachtfuß **) in der Secunde durch den breitesten Theil, also $2840\frac{5}{8}$ ($2808\frac{1}{4}$?) Wasserzoll ***) oder beinahe die ganze Wassermenge, welche alle Zuflüsse in der nassesten Jahreszeit liefern können.

Zu den übrigen erforderlichen Hauptanlagen gehört eine 318 Toisen lange Brückwasserleitung bei Tourvoie durch das Rungisthal. Sie besteht aus 25 Bogen, zum Theil nach Halbkreisen von 60 Fuß Durchmesser, und zum Theil nach Abschnitten von eben so großen Kreisen, und wird in der Mitte der Länge 64 Fuß hoch.

Da die jetzige Arcueilsche Brückwasserleitung von 165 Toisen Länge, welche auf Befehl der Königin Maria von Medicis angelegt worden, noch sehr fest ist, so soll sie auf den Pfeilern verbreitert und erhöhet werden, um hier alles Wasser, was nach Paris geleitet werden soll, durchgehen zu lassen. Der neue Kanal soll aber über den Arcueilschen zu liegen kommen, und der Wasserlauf in diesem letztern nicht unterbrochen werden, anstatt, wie zuerst vorgeschlagen war, eine neue Brückwasserleitung, mit der der Mediceischen gleichlaufend, anzulegen, die in der Mitte der Länge 76 Fuß hoch hätte werden müssen, nicht zu gedenken, daß sogar zu befürchten gewesen wäre, den Grund nicht gleichförmig fest zu finden, da früher in der Gegend von Arcueil Steine gebrochen worden sind.

Außerdem wird noch an der Stelle, wo die Straße nach Orleans den neuen Wallgang schneidet, von Paris aus etwas jenseit der Sternwarte, ein Gebäude mit einem Wasserbehälter erbaut.

*) Bei 3,5 Fuß Wassertiefe und 15 Zoll Gefälle auf 1000 Toisen, ist, nach der in Eytelwein's Handbuch der Mechanik und Hydraulik §. 127 angegebenen, hier vollkommen anwendbaren Formel $c = 90{,}9\sqrt{\left(\frac{s}{p}\cdot\frac{\alpha}{\lambda}\right)}$, wo c die Geschwindigkeit, s den Queerschnitt, p den Umfang des letzteren, α das Gefälle, λ die dazu gehörige Länge bedeutet, und alles sich auf Preußisches zwölftheiliges Fußmaaß beziehe, die Geschwindigkeit im Theile von 4 Fuß Sohlenbreite $\frac{90{,}9}{1{,}055}\sqrt{\left(\frac{15{,}225\cdot 1{,}055}{11{,}054}\cdot\frac{1}{4800}\right)}$ $= 1{,}5149$ Pariser Fuß, und in dem von 5 Fuß Sohlenbreite $\frac{90{,}9}{1{,}055}\sqrt{\left(\frac{18{,}925\cdot 1{,}055}{12{,}054}\cdot\frac{1}{4800}\right)}$ $= 1{,}6087$ Par. Fuß, woraus hervorgeht, daß das Wasser im Kanale eine geringere Tiefe als 3,5 Fuß haben wird, wenn $2808\frac{1}{4}$ Wasserzoll in der Secunde durch den breiten Theil fließen. Diese Tiefe kann aus der Gleichung $M = cs$, wo M die gegebene Wassermenge bedeutet, gefunden werden, wenn für c der vorhin angegebene Werth, und $s = bx + 0{,}1x^2$; $p = b + 2x\sqrt{1{,}01}$ gesetzt wird, wo b die Sohlenbreite, x aber die gesuchte Tiefe bezeichnet. Anm. d. Ueb.

**) Ein Schachtfuß ist 1 Fuß lang, 1 Fuß breit, 1 Zoll hoch. Anm. d. Ueb.

***) Ein Wasserzoll giebt 72 Muids zu 8 Cubikfuß oder 288 Pinten Pariser Maaß in 24 Stunden.

Digitized by Google

In dieſem Gebäude würde das Waſſer 12 Fuß 11 Zoll 4 Linien über dem Arcueilſchen ausfließen; im Kanale aber, etwas weiter ſtromauf, vor ſeinem Falle, durch einen 10 Fuß 6 Zoll 9 Linien hohen, mit Sand ausgefüllten Behälter, in welchem es gereinigt werden ſoll, 23 Fuß 11 Zoll 1 Linie über demſelben Punkte ſtehen. Hierbei kann ein Theil des Kanalwaſſers nach dem höchſten Punkte der Eſtrapade, welcher 13 Fuß 1 Zoll 6 Linien höher liegt, als der Ausfluß der Arcueilſchen Leitung, geführt, und in dieſem Viertel, dem höchſten von Paris, welches daran durchaus Mangel leidet, vertheilt werden. Das zu dieſem Ende erforderliche Waſſer muß oberhalb des angeführten Seihe-Behälters genommen, und durch einen andern weniger tiefen geführt werden.

Den Beſchluß unſerer Arbeit machen der Entwurf, der Anſchlag und die Zeichnungen aller Bauwerke.

Nach unſerer Berechnung belaufen ſich ſämmtliche Koſten, mit Einſchluß der Entſchädigungen des 2809 Toiſen langen Bievre-Kanals, und überhaupt alles deſſen, was erforderlich iſt, um im Durchſchnitte, bei trocknem und naſſem Wetter, 2000 Zoll Waſſer nach Paris zu leiten, auf 7,826209 Livres, wobei auf jeden Einwohner, die Zahl derſelben ſogar auf 800000 angenommen, täglich mehr als 50 Pinten kommen.

Es iſt leicht einzuſehen, wie vortheilhaft eine ſolche Waſſermenge, die zehnmal ſo groß wäre, als die, welche jetzt die öffentlichen und Privat-Röhrwaſſer zuſammen liefern, ſowohl für den gewöhnlichen Gebrauch der Einwohner, als für die Beſchaffenheit der Luft ſein würde, die in manchen zu enge gebauten und bevölkerten Vierteln, aus Mangel an Reinlichkeit, die doch durch das in den Straßen fließende und in die Häuſer zu vertheilende Waſſer zu erhalten wäre, ungeſund wird.

Damit die Linien, welche wir auf dem Felde für die Brückwaſſerleitungen, Brücken und andern Bauwerke ausgeſtellt haben, und die Höhenpunkte, nach welchen das Gefälle jeder einzelnen Anlage eingerichtet werden ſoll, genau beſtimmt und bis zur Ausführung der Arbeit erhalten werden können, hat Herr Trudaine 222 Sandſteine ſetzen und einmauern laſſen, in welche Linien und Nummern eingehauen ſind, die ſich auf den Grundriß von den Waſſerleitungen beziehen. Dieſer Grundriß, den Herr Trudaine auch hat ſtechen laſſen, iſt der gegenwärtigen Abhandlung beigelegt *), außerdem aber auch eine Tabelle, in welcher angegeben iſt, wie hoch über, oder wie tief unter den Oberkanten dieſer Steine das Grundbette jedes Theils der Brückwaſſerleitungen zu liegen kommen ſoll, damit letztere das

*) Fehlt in der Ueberſetzung als unerheblich. Anm. d. Ueb.

ihnen im Entwurfe zugetheilte Gefälle erhalten, so daß, wenn es für nöthig gehalten werden sollte, dieser wichtige Bau sogleich angefangen werden könnte.

Von dem neuen Gebäude an, in welchem der Behälter steht, muß nun noch das Wasser in die verschiedenen Viertel von Paris vertheilt werden. Die Röhrenleitungen nach den jetzigen Ausmündungen könnten zwar eine größere Wassermenge als bisher aufnehmen; aber es müssen auch neue Röhrstrecken gelegt und neue Auslaufständer gesetzt werden.

Die Kosten zur Ausführung des ersten Theils dieses Vorschlags können durch den Verkauf von 550 Zoll Wasser, die Linie *) nur zu 100 Livres, also nur halb so theuer als das, welches die Stadt verkauft hat, gerechnet, aufgebracht werden.

Auch die Kosten für die neuen Röhrstrecken und Auslaufständer könnten durch den Verkauf einer größern Menge Wasser aufgebracht werden, ohne fürchten zu müssen, daß es in den öffentlichen Behältern fehlen werde.

Nach unserm Dafürhalten würden nach allen diesen Verkäufen für die öffentlichen Röhrwasser wenigstens noch 500 bis 600 Zoll übrig bleiben, anstatt daß die jetzt vorhandenen 60 Auslaufständer durch ihre äußern Hähne nur 95 oder höchstens 100 Zoll liefern.

Die Hausbesitzer würden in Betreff der Kosten für den Ankauf eines Röhrwassers und die Legung der Nebenstrecken nach ihren Häusern dadurch vollkommen entschädigt, daß sie und ihre Miethsleute dann nie mehr nöthig hätten, täglich ihren Wasserbedarf zu kaufen.

Wir glauben hier von dem Einwande sprechen zu müssen, den man gegen den Vorschlag des Herrn von Parcieux gemacht hat.

Man hat behauptet, daß es besser sei, das Seinewasser durch Feuermaschinen nur bis zur Höhe der verschiedenen Theile der Stadt zu heben. Eine solche Maschine ist in der That am sinnreichsten, und scheint zu dieser Bestimmung am besten zu passen.

Herr Lavoisier hat, auf Befehl der Akademie, mit seinem ganzen bekannten Scharfsinne und mit aller seiner Einsicht untersucht, wie viel die Anlage und die jährliche Unterhaltung von 5 Feuermaschinen, die nebst zwei solchen für Fälle, wo die eine oder die andre von den übrigen etwa nicht im Gange wäre, nach seiner Meinung erforderlich sein würden, um 2000 Zoll Wasser zu heben, kosten könnte, und bei seinen Berechnungen berücksichtigt, daß nach den verschiedenen Höhen, auf welche das Wasser gehoben werden muß, die Kosten verschieden seien.

Wir

*) Eine Linie giebt in 24 Stunden $\frac{1}{4}$ Muid Wasser.

Wir wollen mit Herrn Lavoiſier die mittlere Höhe, auf welche das Waſſer gehoben werden muß, um in die verſchiedenen Theile von Paris geleitet werden zu können, zu 70 bis 80 Fuß über dem niedrigſten Waſſerſtande der Seine annehmen, und wie er, aus ſeinen Rechnungen, die auf unwiderſprechlichen Thatſachen beruhen (wovon man ſich leicht durch den Aufſatz im erſten Bande des Jahrganges 1772 der Abhandlungen der Akademie überzeugen kann) folgern, daß es jährlich 433000 (433035?) Livres koſten würde, 2000 Zoll Waſſer, als ſo viel durch die Yvette- und Bievre-Kanäle in der Regel nach Paris geſchafft werden könnte, zu heben, was bei einem Zinsfuße von 5 vom Hundert ein Capital von 8,660700 Livres ausmachen würde, die Anlage der Röhrenleitungen und Auslaufſtänder ungerechnet.

Aus dieſer Rechnung folgt, daß die Feuermaſchinen wenigſtens 800000 Livres mehr als die vorgeſchlagenen Waſſerleitungen koſten würden. Es iſt hierbei übrigens angenommen, daß von den Steinkohlen, die zu 50 Livres die Fuhre gerechnet ſind, nur der halbe Eingangszoll von 10 Livres bezahlt werde. Allein es würde vielleicht ſehr ſchwer ſein, dieſen Erlaß zum Nachtheil der Inhaber der Aemter, welchen dieſe Abgaben, von denen ein Theil zur Bezahlung ihrer Gehalte verwandt wird, überwieſen ſind, zu erhalten. Außerdem iſt noch zu erwägen, daß ein Verbrauch von täglich mehr als 16000 Pfund Steinkohlen (vorausgeſetzt, daß dergleichen ſtets in hinreichender Menge zu haben ſeien), wie Herr Lavoiſier bemerkt, wahrſcheinlich den Preis derſelben erhöhen würde. Dieſer giebt auch zu bedenken, daß es durchaus nicht aus der Acht zu laſſen ſei, daß der durch die fortwährende Verbrennung einer ſo großen Menge von Kohlen erzeugte Rauch einen üblen Geruch über Paris verbreiten könnte, und daß man vielleicht fürchten müſſe, die beträchtliche Menge von Schwefel, flüchtigem Alkali und brandig riechendem Oele, die dadurch entbunden würde, könnte der Geſundheit der Bewohner der Hauptſtadt ſchädlich werden.

Mit der Ausführung von Herrn von Parcieux's Vorſchlage iſt keiner von allen dieſen Nachtheilen, vielmehr der weſentliche Vortheil verbunden, daß in Jahrhunderten weder der Waſſerlauf unterbrochen, noch die Anlagen ſchadhaft werden können, wenn die letztern ſo dauerhaft und mit ſo viel Aufmerkſamkeit ausgeführt werden, als in unſerm Entwurfe vorgeſchrieben iſt.

Schließlich müſſen wir der Genauigkeit der Arbeit des Herrn von Parcieux Gerechtigkeit widerfahren laſſen, der, ohne topographiſche Pläne aufgenommen, die Yvette nivellirt, einen Entwurf und einen Koſtenanſchlag von den einzelnen Arbeiten angefertigt zu haben,

durch seinen Scharfsinn und seinen Fleiß dahin gekommen war, angeben zu können, wie der Kanal gelegt werden müsse, wie viel die Anlage etwa kosten könne, und daß überhaupt, wovon wir uns überzeugt haben, die Anlage möglich sei.

Nivellements-Tabelle

der Oberkanten der in dem Zuge der Wasserleitungen oder Kanäle, durch welche ein Theil des Wassers der Yvette, der Bievre und des Baches bei Bures nach Paris geführt werden soll, eingemauerten Steine.

In dieser Tabelle ist angenommen, daß der Yvette-Kanal in der Ausmündung des jenseit Chevreuse anzulegenden Teichs, in welchen das von Courbetin kommende Wasser durch eine besondere Rinne geleitet werden soll, anfange, und daß von diesem Teiche bei Chevreuse bis zur Ausmündung des Grabens aus dem Tourboischen Mühlbache 4 Zoll Gefälle vorhanden sei.

In der letzten Colonne ist durch das Zeichen (—) angedeutet, an welchen Stellen das Grundbette des Kanals über den Oberkanten der erwähnten Steine weggeht.

Yvette-Kanal.

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toisen	Fuß	Zoll	Lin.	Der Kanal fängt beim 3. Steine an.		
1		49	11	9	Fuß	Zoll	Lin.
2	205	46	9	7	6	9	
3	96	47	3		13	3	
4	51	53	9		15		5
5	168	55	4	6	8	8	5
6	35	49		6	7	3	11
7	43	47	6		7	1	10
8	52	47	3	11	7	8	10
9	38	47	10	11	7	3	3
10	66	47	5	4	9	4	10
11	120	49	3	1	7	2	3
12	33	47		6	5	11	3
13	50	45	9	6	7	2	7
14	24	47		10	12	2	1
15	43	52		4	7	9	11
16	55	47	5	2	7	5	11
17	85	47	1	2	8	4	5
18	167	57	8	8			

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toisen	Fuß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.
19	3/4	44	7	7	5	9	4
20	99	48	2	2	9	3	11
21	88	46	1	11	7	6	8
22	45	46	3	9	7	8	6
23	109	47	6	7	8	11	4
24	47	47	4	4	9		1
25	40	46		5	7	8	2
26	205	51	7	4	13	6	1
27	67	45	11	1	7	9	10
28	70	45	3	2	7	1	11
29	55	45	10	4	8		1
30	63	48	4		10	5	9
31	118	45	9	4	8	2	8
32	45	44	4	11	6	9	8
33	32	44	11	4	7	4	1
34	76	45	8	5	8	1	2
35	33	46	4	9	9		6
36	164	44		5	6	9	8

Digitized by Google

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toisen	Fuß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.
37	42	44		2	6	10	11
38	40	44	4		7	2	9
39	50	45	6	11	8	5	8
40	32	44	2	5	7	1	2
41	30	44	6	2	7	4	11
42	47	47	11	10	11	1	7
43	80	52	4	8	15	6	5
44	32	49	6	11	12	8	8
45	198	51	8	2	15	2	5
46	104	46	5	2	9	11	5
47	133	43	8	11	7	7	8
48	52	45	3	3	9	2	
49	24	45	10	2	9	8	11
50	30	43	2	7	7	4	4
51	16	42	9	7	6	11	4
52	32	42	9	4	6	11	1
53	27	42	9	1	6	10	10
54	68	44	1	7	8	3	4
55	30	42	2	3	6	7	
56	41	42	5	4	6	10	1
57	52	42	8	6	7	1	3
58	102	42	3	7	6	8	4
58*	42	38	9	10	3	5	7
59	89	42	2	1	6	9	10
60	68	43	1	7	7	9	4
61	32	42	3	7	6	11	4
62	60	41	8	1	6	6	10
63	87	40	11	10	5	10	7
64	50	40		7	4	11	4
65	78	40	10	5	6		2
66	21	38	1	3	3	3	
67	120	48	5	2	13	6	11
68	56	40		9	5	5	6
69	73	47	3	3	12	8	
70	175	55	5		21	2	3
71	86	59	1		24	10	3
71*	143	39	9	1	5	10	10
72	100	40	1	11	6	3	8
73	43	39	9	7	6	2	4
74	48	40	1	10	6	6	7
75	31	40	5	4	6	10	1
76	41	40	8	10	7	1	7
77	48	40	2	6	6	7	3
78	40	40	1	4	6	9	1
79	48	39	4	4	6		1
80	25	39		2	5	7	11

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toisen	Fuß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.
81	29	39	5	6	6	1	3
82	24	41	11	8	8	7	5
83	105	44	5	8	11	4	5
84	77	41			7	10	9
85	54	41	2	8	8	1	5
86	28	36	5	10	3	4	7
87	300	38	6	1	5	10	10
88	63	37	6	4	4	11	1
89	180	38	5	2	6		11
90	67	39	1	4	6	9	1
91	25	40	3	4	7	11	1
92	26	35	5	8	3	4	5
93	31	38	3	7	6	2	4
94	104	37	10	1	5	8	10
95	70	37	9	8	5	11	5
96	62	39	7	8	7	9	5
97	110	39	8	7	7	10	4
98	80	37	10	2	6	2	11
99	30	37	10	7	6	3	4
100	19	37	5		5	9	9
101	18	39	7	8	8		5
102	27	42	7	10	11		7
103	16	35	1	10	3	6	7
104	138	37	11	8	6	7	5
105	56	45		2	13	7	11
106	95	37	7	10	4	6	7
107	98	45	4	10	14	3	7
108	75	39	2	3	8	4	
109	45	40		5	9	2	2
110	33	36		4	5	2	1
111	17	33	6	5	2	8	2
112	10	36	4	8	5	6	5
113	144	56	6	2	25	11	11
114	177	45	6	4	15	6	1
115	122	35	8	7	5	8	4
116	48	33	4	8	3	4	5
117	105	36	2	10	6	5	7
118	80	53	10	6	24	3	3
119	382	Stein, etwa 115 über d. Fußboden der Sternwarte.			(bestimmt nur die Neigung einer Ebene.)		
120	421	48	5	9	22	10	6
121	120	36	11	7	11	10	4
122	146	32	7	2	7	5	11
123	160	30	8	7	6	1	4
123*	103	32	2	3	7	10	
124	66	31		8	6	8	5

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toisen	Fuß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.
125	89	26	9	10	2	5	7
126	175	30	6	2	6	4	11
127	548	32	3	5	8	11	2
128	283	29	7	8	6	6	5
129	50	33	2	7	10	4	4
130	39	34	9		11	10	9
131	18	35	2	1	12	3	10
132	54	38	1	2	15	2	11
133	55	28		7	5	5	4
134	57	29		10	6	5	7
135	143	29	9		7	4	9
136	112	29	9	10	7	5	7
137	71	32	7	10	10	6	7
138	117	28	10	9	6	11	
139	526	31	9	8	12	3	11
140	110	35	1	11	16	2	2
141	87	29	5	6	10	11	9
142	217	36	2	1	18	1	
143	94	22	7		4	5	11
144	39	23	1	8	5		7
145	94	22	10	7	5		6
146	43	23	3	5	5	5	4
146a	57	23	8	-	5	9	11
147	47	22	8	7	4	10	6
148	50	19	11		2	3	11
148a	33	20	4	10	2	9	9
149	82	22	2	2	4	7	1
150	59	21	11	4	4	4	3
151	82	23	1	2	5	9	1
152	179	21		3	3	11	2

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toisen	Fuß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.
153	483	20	5		3	9	
154	65	21	2	5	4	7	4
155	32	19	5	11	3	1	10
156	488	15		9	-	9	3
157	165	18	5	7	3	1	6
158	57	18	11	6	3	7	5
159	51	19	5	10	4	1	9
159a	59	21	2	1	6	1	
160	73	19	3	3	4	2	2
161	45	22			6	10	11
162	66	25	5	1	10	4	
163	60	19	1	7	4	3	6
164	61	25	7	6	10	9	5
165	40	19	3		4	4	11
166	347	16	9	10	1	11	9
167	77	17		2	3	11	1
168	53	16	11	4	3	10	3
169	33	16	11	7	4	4	6
169a	67	25	2	11	12	7	10
170	246	16	7	8	5	2	1
171	290	16	6	6	5	9	11
172	116	17	4	11	6	8	4
173	200	17	3	3	6	9	8
174	102	14	9		4	6	5
175	287	9	4	8	-	9	11
176	97	10	3	8		7	1
177	192	13	1	11	3	11	4
178	262	7	8	9	-	8	9
179	31	1	9	5	3	10	7
180	65	4	9		7	3	2

Bach bei Bures.

1		46	11	11	-2	1	10
2	60	46	9	1	-2	4	8
3	49	46	11	1	-1	5	8
4	44	46	5	4	-1	11	5
5	104	48	7	3	1	8	5
6	40	46	4		-	6	9
7	44	45	11	1	-	11	8

8	30	+1	8	8	-4	5	1
9	28	45	5	10	-	7	11
10	20	45	6	6	-	7	3
11	35	45	4	5	-	9	4
12	75	45	7	5		2	7
13	39	45	4	10		9	

Digitized by Google

Bievre-Fluß,

von dem ein Kanal in den aus der Yvette geführt werden ſoll.

Nummern der Steine	Entfernung der Steine von einander	Höhe der Steine über dem Boden der Sternwarte			Höhe der Steine über oder unter dem Grundbette des Kanals		
	Toiſen	Fuß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.
1	306	38	7	2	2	9	
2	120	37	10	4	2	3	2
2a	172	37	3	10	2	2	8
3	203	38	7	7	3	6	4
4	73	38	11	8	4	4	5
4a	68	40	1	7	5	9	4
5	90	36	10	9	2	9	6
5a	82	37	7	7	3	9	5
6	78	38	7	1	4	8	10
6a	42	39	3	2	5	7	11
7	75	37	2		3	6	10
8	45	67	2	1	3	9	10
9	60	37	11	8	4	10	6
10	78	36	3	4	3	2	2
11	82	35	10	7	3		4
12	74	36	3	2	3	8	
13	115	37	1	8	4	9	5
14	47	33		9	1	8	7
15	78	33	4	10	2	3	8
16	48	32	7	1	1	8	10
17	102	30	2	3	–	4	11
18	289	35	9	3	5	11	

Beſchreibung der einzelnen Anlagen.

Offener Kanal.

Erſter Theil, bis zwiſchen Saint-Remy und Gif.

Angabe der Abmeſſungen und der Bauart.

Der Kanal wird oben 6 Fuß, unten 5 Fuß weit, 4 Fuß tief. Breite und Höhe nehmen jede nach dem Zutritte des Bievre-Kanals um 1 Fuß zu *).

Die Seitenmauern kommen auf eine durchgehende, 9 Fuß 6 Zoll breite, mit Einſchluß des 6 Zoll ſtarken Pflaſters von geſpaltenen Sandſteinen und des Eſtrichs von Mörtel aus Kalk und Cement, 2 Fuß hohe Grundmauer zu ſtehen.

Die übrigen 18 Zoll beſtehen aus 6 Zoll Mauerwerk von harten Sandſteinen, welche auf das im Allgemeinen ſandige Erdreich auf die breite Seite gelegt werden, und aus 1 Fuß dergleichen von eben ſolchen bis zur Größe eines Eies zerſchlagenen Steinen, da Feldkieſel, die noch beſſer wären, nicht zu haben ſind, mit Mörtel von Kalk und Cement vermauert.

Die äußeren Seiten dieſer durchgehenden Grundmauer werden in der ganzen Höhe von 2 Fuß von harten Sandſteinſtücken und Sandkalk, im Durchſchnitte 1 Fuß ſtark, aufgeführt.

Die Pflaſterſteine werden geſpalten, 8 Zoll im Quadrat groß, 4 bis 5 Zoll hoch und in Kalk und Cement auf einen etwa 1 Zoll ſtarken Eſtrich von eben ſolchem Mörtel geſetzt.

*) Dieſe Abmeſſungen ſind von den S. 397 angegebenen verſchieden. Anm. d. Ueb.

Die Breite dieſes Pflaſters muß mit Einſchluß von 3 Zoll über die innere Stirnfläche jeder Seitenmauer hinaus 5 Fuß 6 Zoll betragen.

Alle 12 Fuß kommt ein Gurt aus einem oder zwei Stücken Sandſtein, von zuſammen 6 Fuß Länge, um 6 Zoll hinter die Stirnfläche jeder Seitenmauer zu greifen, 18 Zoll Breite und 6 Zoll Höhe.

Jede Seitenmauer wird auf der durchgehenden Grundmauer 2 Fuß ſtark, und ſetzt auf jeder Seite außerhalb 3 Zoll ab. Auf der innern Seite erhalten dieſe Mauern 18 Linien Böſchung auf jeden Fuß Höhe; auf der äußern aber werden ſie lothrecht 3 Fuß 3 Zoll hoch aufgeführt.

Von den innern Stirnflächen an, auf einen Fuß mittlere Stärke, werden dieſe Mauern von harten Sandſteinen und Mörtel von Kalk und Sand aufgeführt. Der übrige Theil der Stärke ſoll aus zerſchlagenen harten Sandſteinen und Mörtel von Kalk und Cement, wie die Grundmauer, beſtehen.

Mit den Gurten im Pflaſter in den Mittellinien zuſammentreffend kommen auf jeder Seite auch Gurte von Sandſtein in die Mauern zu liegen, und werden, wie die letztern, 3 Fuß 3 Zoll hoch, mit 18 Linien Anlauf auf der äußern Seite. Dieſe Gurte müſſen je auf einer Seite alle aus gleich viel gleich hohen Quadern beſtehen. Die Schichtenhöhe muß ohngefähr 12 Zoll betragen, und die Steine kommen abwechſelnd als Läufer und als Binder zu liegen, wobei die erſtern 18 Zoll in der Stirnfläche lang ſind und 10 Zoll tief in die Mauer greifen, die letztern aber 1 Fuß in der Stirnfläche lang ſind und höchſtens 14 Zoll oder 15 Zoll tief in die Mauer gehen, ſo daß jeder Gurt in der Stirnfläche im Durchſchnitte 15 Zoll lang iſt, und eben ſo ohngefähr 1 Fuß Stärke hat.

Jede Mauer wird mit einer Schicht Sandſteinplatten von 9 Zoll Höhe, 18 Zoll Breite und wenigſtens 3 bis 4 Fuß Länge abgedeckt. An den Enden werden dieſe ſo unter einander verbunden, daß je das Ende der einen nach einem Kreisbogen von 18 Zoll Sehne und 1 Fuß Höhe abgerundet, und je der Anfang der folgenden nach eben dem Bogen ausgehöhlt wird. Dieſe Deckplatten erhalten auf der Waſſerſeite denſelben Anlauf als die Mauern, und oberhalb 9 Linien Gefälle nach der Breite. Sie werden in der Stirnfläche fein geſpitzt, und auf den Kanten und an den Enden gereift.

Die liegenden und ſtehenden Gurte werden grob geſpitzt und nicht gereift.

Alle Sandſteinquadern werden mit Mörtel von Kalk und Cement verſetzt, vergoſſen und verſtrichen.

Kosten-Anschlag
von zwei laufenden Toisen dieses Kanals.

Mauerwerk von harten Sandsteinen, mit Mörtel von Kalk und Sand.

Untere Schicht der durchgehenden Grundmauer.

	Toisen	Fuß	Zoll	Cubiktoisen	Tois. Fuß	Tois. Zoll
Länge im Durchschnitte	2					
Breite	1	3	6		1	7
Dicke			6			

Aeußere Seiten dieser Grundmauer.

Länge	2					
Mittlere Breite		1				6
Höhe		1	6			

Stirnflächen der 2 Seitenmauern.

Länge beider zusammen	3	3	6			
Mittlere Stärke		1			2	
Höhe		3	3			
					4	1

Preise der Bestandtheile einer Cubiktoise von diesem Mauerwerke.

	Liv.	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Die harten Sandsteine sind häufig in dieser Gegend; das Brecherlohn wechselt von 5 bis zu 7 Livres, daher kommen zur Berechnung	6					
Für das Aufsetzen auf dem Bauplatze	1					
Hülfe beim Aufladen 1 Tagelohn, wegen des Wartens auf die Wagen	1	5				
Fuhrlohn auf ohngefähr 100 Toisen im Durchschnitte. Ein aspänniger Wagen, welcher 6 Livres kostet, ladet 18 Cubikfuß, und fährt 24 Mal, also 2 Cubiktoisen täglich, an, mithin kostet eine Cubiktoise	3					
Zuschuß wegen der Hohlungen in den aufgesetzten Haufen, und des Verlustes $\frac{1}{12}$ vom Vorigen		18	9			
Die Steine auf den Bau zu schaffen	4					
	16	3	9	16	3	9

Mörtel.

Der Kalk kommt aus Saint Arnoul. Es werden ungelöscht etwa 24 Cubikfuß gebraucht, welche ohngefähr 36 Cubikfuß gelöscht geben, da er nur um die Hälfte gedeiht.

	16	3 9

	Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Uebertrag				16	3	9
Von diesem Kalke kostet der Muid von 8 Cubikfuß beim Ofen, aber auf dem Bauplatze gemessen .	4					
Die Anfuhre muß auf ohngefähr 4 Lieues weit geschehen; ein 4spänniger Wagen, so 10 Livres kostet, kann täglich höchstens ein Mal fahren und 10 Muids laden, und kostet daher ein solcher anzufahren	1					
Der Preis eines Muids bis auf den Bauplatz ist also	5					
Ein Cubikfuß kostet daher		12	6			
und 24 Cubikfuß	15					
Den Kalk zu löschen, für den Cubikfuß 2 Sous, mit Einschluß der Anschaffung des Wassers .	2	8				
Zu 36 Cubikfuß gelöschten Kalkes gehören 72 Cubikfuß Sand, welche zusammen nur ohngefähr 80 Cubikfuß Mörtel geben, da der Kalk sich größtentheils in die Zwischenräume im Sande zieht. So viel Mörtel ist aber zu Mauerwerk von harten Sandsteinen, welche unregelmäßig und voller Höhlungen sind, erforderlich.						
Sand findet sich im Allgemeinen an Ort und Stelle, wird im Durchschnitte 50 Toisen weit anzufahren sein, und kann mit Ausgraben und Aufladen für die Cubiktoise 4 Livres 10 Sous gerechnet werden, also für die angegebenen 72 Cubikfuß	1	10				
Bemerkung. Dieser Sand ist fein; könnte in höchstens etwa einer halben Lieue Entfernung gröberer gefunden werden, so wäre solcher vorzugsweise anzuwenden, und dem Unternehmer die mehrern Fuhrkosten zu vergüten.						
Den Mörtel zuzubereiten und auf den Bau zu schaffen, für den Cubikfuß 2 Sous . .	8					
Ganzer Betrag des Mörtels .	26	18		26	18	
Bemerkung. Der Cubikfuß kostet .		6	$8\frac{1}{72}$			
Arbeitslohn wegen erforderlicher Genauigkeit .				8		
Betrag sämmtlicher Kosten für eine Cubiktoise.				51	8	9
Die 4 Toisenfuß 1 Toisenzoll kosten hiernach .						Livres Sous D. 34 15 4

									Livres	Sous	D.
Uebertrag										34	15	4

Mauerwerk von zerſchlagenen harten Sandſteinen, mit Mörtel von Kalk und Cement.

Grundmauer.

	Toiſen	Fuß	Zoll	T. Toiſen	T. Fuß	T. Zoll	T. Lin.
Länge	2						
Mittlere Breite . . .	1	1	6	2	6		
Höhe	1						

Die beiden Seitenmauern.

Länge	4						
Mittlere Stärke . . .			9	1	10	6	
Höhe		3	3				

Der Theil unter den Mauern gegen dem Pflaſter über.

Länge zuſammen . . .	4						
Breite			9		3		
Höhe			6				
				4	7	6	

Preiſe der Beſtandtheile einer Cubiktoiſe von dieſem Mauerwerke.

	Livres	Sous	D.			
Preis der Steine nach der vorigen Auseinanderſetzung	16	3	9			
Dieſe Steine bis zur Größe eines Eies höchſtens zu zerſchlagen wird koſten	12					
	28	3	9	28	3	9

Mörtel.

Der Mörtel muß aus zwei Fünfteln geloͤſchten Kalkes und drei Fünfteln Cement beſtehen. Von dieſem Mörtel können 90 Cubikfuß in eine Cubiktoiſe zerſchlagene Steine gehören. Dazu ſind erforderlich 30 Cubikfuß ungelöſchter Kalk, welche 45 Cubikfuß gelöſcht geben, und 68 Cubikfuß Cement.

Bemerkung. Nach dem hiervor für den Sandmörtel angenommenen Verhältniſſe dürfte es den Anſchein haben, daß mehr als 45 Cubikfuß gelöſchter Kalk zu der in Rede ſtehenden

			28	3	9	34 15 4

				Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Uebertrag				28	3	9	34	15	4
Menge Cementmörtel gehörten; allein die Zwischenräume, in welche der Kalk sich ziehen kann, sind hier kleiner als im feinen Sande.									
Die 30 Cubikfuß ungelöschter Kalk kosten, wie vorher, für den Cubikfuß bis auf den Bauplatz 12 Sous 6 Den. gerechnet . . .	Livres	Sous	D.						
	18	15							
Den Kalk zu löschen	3								
Ein Muid Cement, von 48 Cubikfuß wie beim Kornmaaß, kostet in den 3 Ziegeleien zwischen Ygny und Bievre 24 Livres, oder der Cubikfuß 10 Sous	Livr.	Sous	D.						
		10							
Bemerkung. Der Cubikfuß Cement kostet in Paris 20 Sous; allein er besteht blos aus Ziegelstücken, und ist besser als der aus den Ziegeleien, unter welchen man die ausgeschossenen u. nicht gar gebrannten Mauer- und Dachsteine thut.									
Die mittlere Entfernung ist $2\frac{1}{2}$ Lieues. Ein 2spänniger Wagen, welcher 6 Livres kostet, fährt wegen des Uebersetzens über das Wasser und der Berge nur einmal täglich, und ladet 20 Cubikfuß zu 100 Pfund schwer, wonach der Cub. F. kostet .	6								
Ganzer Betrag für einen Cubikfuß .	16								
und für 68 Cubikfuß				54	8				
90 Cubikfuß Mörtel zu bereiten und auf den Bau zu bringen zu 2 Sous				9					
				85	3		85	3	
Hiernach kostet der Cubikfuß Cementmörtel .				18	11 $\frac{1}{17}$				
Das Arbeitslohn ist wegen der besondern Sorgfalt, welche dieses Mauerwerk erfordert, wenn es gut ausgeführt werden soll, anzunehmen zu .							9		
Ganzer Betrag für eine Cubiktoise Mauerwerk von zerschlagenen Steinen und Cementmörtel .							122	6	9
									34 15 4

							Livres	Sous	D.
Uebertrag							34	15	4
Die 4 Toisenfuß 7 Toisenzoll 6 Toisenlinien solches Mauerwerk kosten daher							94	6	1
Pflaster von gespaltenem Sandstein.									
	Toisen	Fuß	Zoll	Q. Toisen	T. Fuß	T. Zoll			
Länge	1	4	9	1	3	10			
Breite	1 (?)	5	6						
Berechnung der Kosten für ein großes Tausend (1122) Pflastersteine, jeder 8 Zoll im Quadrat 4 Zoll stark.									
				Livres	Sous	D.			
Die Steine zu spalten und zum Aufladen bereit zu legen				36					
Dieselben zu spitzen, um sie am Kopfe viereckig, und von vorgeschriebener Größe zu erhalten .				9					
Solche auf ohngefähr 100 Toisen mittlere Entfernung anzufahren. Ein 2spänniger Wagen, welcher 6 Livres kostet, kann täglich 24 Mal fahren, 60 Pflastersteine laden, also 1440 Stück in einem Tage an Ort und Stelle schaffen, so daß ein großes Tausend aufzuladen und anzufahren kostet				4	13	6			
Ganzer Betrag für ein großes Tausend .				49	13	6			
Hiernach kostet ein Pflasterstein beinahe $10\frac{7}{11}$ Deniers, und 75, die ohngefähr zu einer Quadrattoise gehören				3	2	10			
6 Cubikfuß Cementmörtel zu 18 Sous $11\frac{1}{15}$ Deniers, wie vorhin				5	13	6			
Arbeitslohn wegen der erforderlichen Genauigkeit				1	10				
Betrag für eine Quadrattoise Pflaster .				10	4	6			
und für 1 Quadrattoise 3 Toisenfuß 10 Toisenzoll							16	18	1
Mauerwerk von Sandstein.									
Gurt im Pflaster.									
	Fuß	Zoll	Lin.	Q. Fuß	Balk. Fuß	Balk. Zoll			
Länge	6			3	9				
Breite	1	3							
Höhe		6							
				3	9		145	19	6

	Fuß	Zoll	Lin.	Q. Fuß	Balk. Fuß	Balk. Zoll	Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Uebertrag				3	9		. .			145	19	6
Gurte im Mauerwerke.												
Höhe für beide zusammen . .	6	6										
Mittlere Breite. . . .	1	3		8	1	6						
Mittlere Stärke . . .	1											
Deckplatten.												
Länge für beide Mauern zusammen, mit Einschluß von 4 Zoll für die Zapfen	12	4										
Breite	1	6		13	10	6						
Höhe		9										
				25	9							
Auf den Abgang ist wegen des Anlaufs, der geringen Stärke der Stücke und der Unregelmäßigkeit der Felsen ein Viertel gerechnet .				6	5	3						
Ganzer Betrag für den Sandstein .				32	2	3						

Kostenberechnung für einen Cubikfuß.

	Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Die Steine zu spalten, mit Einschluß des Abgangs, wird kosten		8							
Dieselben auf die Wagen zu laden . . .			6						
Der Sandstein kommt aus denselben Brüchen als die Pflastersteine, und die Anfuhre wird verhältnißmäßig kosten.			9						
Die Steine zu bearbeiten		1	3						
Ganzer Betrag für einen Cubikfuß .		10	6						
und die erforderlichen $32\frac{3}{16}$ Cubikfuß kosten hiernach							. .		16	16	

Den Sandstein grob zu spitzen.

	Fuß	Zoll	Lin.	Q. Fuß	Balk. Fuß	Balk. Zoll	Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Gurte im Pflaster.												
Länge	6			7	6							
Breite	1	3										
Gurte im Mauerwerke.												
Länge zusammen . . .	6	6		8	1	6						
Breite	1	3										
				15	7	6						
Den Quadratfuß zu 15 Sous giebt.							11	13	4	162	15	6

Digitized by Google

						Livres	Sous	D.	Livres	Sous	D.
Uebertrag						11	13	4	162	15	6
Den Sandſtein fein zu ſpitzen und an den Kanten mit Reifen zu verſehen.											
Deckplatten.											
	Fuß	Zoll	Lin.	Q. Fuß	Balk. Fuß	Balk. Zoll					
Länge auf beiden Mauern zuſammen	12	4									
Ummeſſung der Stirnflächen . .	2	3		27	9						
Den Quadratfuß zu 20 Sous gerechnet giebt . . .							27	15			
Die Quaderſteine in Cement zu verſetzen.											
Die Gurte im Pflaſter und in den Mauern enthalten nach vorſtehender Berechnung an freiſtehenden Oberflächen				15	7	6					
Die Deckplatten.											
Länge zuſammen . . .	12										
Breite	1	6		18							
				33	7	6					
Berechnung für eine Quadrattoiſe.											
Die Steine vom Bauplatze nach dem Baue zu ſchaffen.				Livres	Sous	D.					
				2	8						
Ein Steinmetz, welcher 3 Livres Tagelohn erhält, kann mit einem Gehülfen, welcher 35 Sous erhält, täglich 2 Quadrattoiſen verſetzen. Dieſe koſten alſo 4 Livres 15 Sous, und 1 Quadrattoiſe				2	7	6					
Ein Maurer, welcher 35 Sous erhält, kann in einem Tage auch 2 Toiſen in den Stoßfugen verſtreichen, wonach auf eine Toiſe kommen .					17	6					
4 Cubikfuß Mörtel mit fein durchgeſiebtem Cement zum Vergießen dieſer Steine koſten nach der vorſtehenden Berechnung jeder 25 Sous, und zuſammen				5							
				10	13						
Die erwähnten 33 Quadratfuß 7½ Balkenfuß koſten hiernach							9	15	3		
							49	3	7	49	3 7
										211	19 1

						Livres	Sous	D.
Uebertrag						211	19	1
Nachputzen und Verstreichen der Fugen in den Stirnflächen und im Pflaster.								
	Toisen	Fuß	Zoll	Q. Toiſ.	Zoll. T.			
Länge zusammen . . .	4			3	4			
Höhe mit Einschluß der Ummessung der obern Seite der Deckplatten .		5	6					
Pflaster.								
Länge	2			1	4			
Breite		5						
				5	2			
Die Quadrattoise zu 2 Livres gerechnet, kosten die vorstehenden 5½ Toisen						10	13	4
						222	12	5
Handwerkszeug, Geschirr und Nebenausgaben, etwa $\frac{1}{20}$						11	2	7
$\frac{1}{10}$ für Aufsichtskosten, und Gewinn des Unternehmers						23	7	6
Ganzer Betrag für 2 laufende Toisen . . .						257	2	6
Hiernach kostet die laufende Toise Mauerwerk im offenen Theile des Kanals						Livres 128	Sous 11	D. 3

Erklärung der Kupfertafeln.

Taf. 45.

Queerschnitt des Yvette-Kanals im offenen Theile an der breitesten Stelle, an der Seite eines Abhanges mit einem Seitengraben, der das von jenem herunter strömende Wasser aufnehmen soll, und mit Dämmen auf beiden Seiten der schmalen Wege, die den Kanal begreuzen.

Auf derselben Tafel befindet sich auch der Queerschnitt des unterirdischen Theils des Kanals durch den Berg bei Massy von 790 Toisen Länge.

Außerdem Grundriß und Durchschnitt der Ausmündung der Röhre, durch welche das Quellwasser von Bures her in den Yvette-Kanal geleitet wird.

Digitized by Google

Taf. 46.

Grundriß, Durchschnitt und Aufriß von einer kleinen Brücke von 7 Fuß 6 Zoll Oeffnung, und nur einem gedrückten Bogen, welcher $\frac{1}{7}$ der Weite zur Höhe hat, auf einem Wege, den der Kanal schneidet.

Diese Brücke könnte auch nach einem Kreisbogen gewölbt werden, um, wenn der Boden es nöthig machen sollte, nicht so hoch über dem Kanale zu liegen.

Taf. 47.

Grundriß, Durchschnitt und Aufriß einer Brücke von 13 Fuß Oeffnung über die Yvette, auf welche eine Röhre von der Strecke, wodurch das Quellwasser von Bures in den Yvette-Kanal geleitet werden soll, zu liegen kommt.

Taf. 48.

Grundriß, Längendurchschnitt und Queerschnitt eines Schlammfanges.

In der ersten Hälfte des Kanals kommen diese Schlammfänge ohngefähr 1000 Toisen weit von einander zu liegen, im übrigen Theile aber, wo das Wasser schon reiner ankommt, ohngefähr 2000 Toisen weit. Der Boden jedes der ersteren kommt einen Fuß tiefer zu liegen, als die Sohle des Kanals.

Wenn ein Schlammfang gereinigt werden soll, so wird die am Ende desselben angebrachte Schußthüre geschlossen. (Der Aufriß einer solchen Thüre befindet sich auf derselben Kupfertafel.) Hierauf wird die Klappe, welche bis dahin eine gegossene eiserne Röhre von 8 Zoll innerem Durchmesser, die im Durchschnitte nach der Linie *AB* im Grundrisse zu sehen und daneben noch einmal größer dargestellt ist, verschlossen hatte, geöffnet, der Schlamm umgerührt, so wie sich das Wasser im Schlammfange senkt, und sogar neues eingelassen, indem der obere Schuß mit einer Brechstange aufgedrückt wird, um allen übrigen Schlamm vollkommen durchzuspülen und fortzuschaffen.

Während dieser Arbeit fließt das Wasser durch einen Kanal an der einen langen Seite des Schlammfanges, welcher nicht so breit zu sein braucht, als der Hauptkanal, da er mehr Längengefälle erhalten kann, als dieser, wenn seine Sohle in der Einmündung höher gelegt wird, in der Ausmündung aber mit der des Hauptkanals zusammenfällt (was in der Zeichnung nicht genau ausgedrückt ist). In dem Falle, daß nicht alles Wasser durch diesen Nebenkanal strömen könnte, würde das übrig bleibende durch die Ueberfälle im obern Theile des Kanals, deren an mehrern Stellen angelegt werden müssen, fortgeschafft werden, und

Digitized by Google

dieſer Waſſerverluſt würde nur während der kurzen Zeit Statt finden, welche zum Durchſpülen des Schlammes nöthig iſt.

Vor das obere Ende des Schlammfanges kommt ein Gitter von eiſernen Stäben, um Krautblätter und andre ſchwimmende Körper aufzuhalten, die der Aufſeher von Zeit zu Zeit herausſchaffen muß. Da, wo das Gitter hin zu ſtehen kommt, wird in jeder Seitenmauer eine Vertiefung angebracht, um das wieder an Breite zu gewinnen, was durch die Stäbe verloren geht.

Taf. 49.

Grundriß, Aufriß und Durchſchnitt der Brückwaſſerleitung über das Thal bei Tourvoie.

Dieſe Brücke ſoll aus 25 Bogen im vollen halben Kreiſe, jeder von 60 Fuß Oeffnung, gebildet werden, und 5 Abtheilungen, jede von 5 Bogen, erhalten. Die Pfeiler an den Enden jeder ſolchen Abtheilung werden ſtärker als die dazwiſchen liegenden, und auf den äußeren Seiten mit Strebepfeilern verſehen, um während des Baues jeder ſolchen einzelnen Abtheilung als Stirnpfeiler dienen zu können, damit die Lehrbogen der erſten Abtheilung nach und nach in allen übrigen gebraucht werden können.

Von den Zeiten der Römer an bis auf die unſrigen iſt es gebräuchlich geweſen, die Weite der Bogen zu verringern, ſo wie der Boden ſich nach dem Rande des Thales zu erhebt. Aber das durchlaufende Geſimſe wird für dieſe kleineren Bogen zu ſtark und die Regelmäßigkeit deſſelben unterbrochen, während alles dies nicht Statt findet, wenn die äußerſten Oeffnungen nach Kreisbogen von gleichem Halbmeſſer mit den mittlern überwölbt werden. Es iſt auch übrigens der Natur der Sache ganz angemeſſen, anzunehmen, daß das Erdreich ſich nach Erbauung der, wie eben beſchrieben, eingerichteten Waſſerleitung erhöht habe, und leicht einzuſehen, daß nicht allein dazu weniger Mauerwerk erforderlich iſt, ſondern auch zugleich die Koſten dadurch bedeutend vermindert werden, da (wie ſchon geſagt) zu allen Lehrbogen der ganzen Brückwaſſerleitung das Holz hinreicht, was zu den Bogen in der tiefſten Stelle des Thales gebraucht wird.

Um die Koſten zu verringern, welche ein ſo großes Werk, als die in Rede ſtehende Waſſerleitung, erfordert, haben wir angenommen, daß das Mauerwerk zwiſchen den Häuptern von Sandſtein, ſowohl in der innern Wölbung der Bogen, als in den Giebelanſichten derſelben und in den mittlern Theilen der Strebepfeiler, aus hartem Sandſtein beſtehen, auch der Queerſchnitt des Kanals über der Brücke 2 Fuß ſchmäler als an andern Orten ſein ſolle, alſo um $\frac{1}{5}$ der Breite des Theils unmittelbar oberhalb. Um dieſe Zuſammen-

menziehung zu erleichtern, haben wir das ganze Gefälle des Kanals so vertheilt, daß der auf die Länge der Brückwasserleitung fallende Theil größer als auf eine gleiche Länge an andern Orten ist, um die Geschwindigkeit des Wassers zu vermehren, wie dies aus gleichen Gründen in dem unterirdisch durch den Berg bei Massy zu führenden Theile geschehen ist.

Eben so haben wir der Kostenersparung wegen gesucht, die Arcueilsche Wasserleitung zu benutzen, um die unsrige über das Thal, welche jene überschreitet, zu führen, nachdem wir an dem Abhange auf der Seite, auf welcher die Dörfer Frêne und l'Hay liegen, heruntergegangen waren, anstatt, wie zuerst vorgeschlagen war, eine neue Brückwasserleitung zu bauen, und dadurch mehr als 414,000 Livres erspart, ungerechnet, daß es immer noch ungewiß gewesen wäre, ob auch die neue Brückwasserleitung eben so fest gegründet werden konnte, als die alte, da in der Gegend von Arcueil in früheren Zeiten unter der Erde Steinbrüche angelegt gewesen sein können.

Taf. 50.

Behälter zur vollständigen Reinigung des Wassers.

Dieser Behälter wird am Wege von Monsoury nach Paris, ohngefähr 200 Toisen von dem Durchschnittspunkte der Straße nach Orleans und des neuen Wallganges, wo das den Vertheilungskasten einschließende Gebäude aufgeführt werden soll, angelegt, 50 Toisen lang, oben 18 Fuß, unten 17 Fuß breit, 15 Fuß hoch, und kommt 10 Fuß tiefer als die Sohle des oberhalb liegenden Theils des Kanals zu liegen.

Am obern Ende des Behälters in *AB* wird ein überbauter Wasserkasten angelegt, welcher 10 Fuß höher liegt, als der Wasserspiegel in der Ausmündung des erstern, so daß von hier aus durch eine im innern Durchmesser 6 Zoll weite Röhre so viel Wasser nach der Estrapade geschafft werden kann, als das zugehörige Viertel, das höchste in ganz Paris, wohin nach dem ersten Entwurfe nichts geleitet werden sollte, bedarf.

Der Durchschnitt nach *AB* durch den überbauten Wasserkasten, wovon so eben die Rede gewesen, zeigt einen Grundablaß des Kanals, welcher durch eine Schutzthüre in Falzen, die im Grundrisse dargestellt worden, geöffnet und verschlossen werden kann und unter dem Wasserkasten durchgeht.

Sobald man die Einmündung des kleinen im Grundrisse angegebenen Kanals rechts vom Durchseihebehälter mit einer Schoßthüre verschließt, so geht das Wasser über den Sand und den groben Kies, womit jener bis auf 4 Fuß unter seiner Oberkante gefüllt wird, und kommt gereinigt durch die mit Gittern versehenen überwölbten im Durchschnitte nach

Digitized by Google

GH angegebenen Oeffnungen an dessen unterm Ende wieder heraus, läuft hierauf durch einen bedeckten Kanal unter dem Wege von Monsoury nach Paris weg, und dann offen bis zum Vertheilungsbehälter.

Bevor der Kies und der Sand in den Seihebehälter gebracht wird, müssen vor die Gitter harte Sandsteine und Kiesel von verschiedener Größe gebracht werden, damit der Sand nicht zwischen die Stäbe der Gitter geführt werden könne.

Sobald neuer Sand eingebracht werden muß, so werden die beiden Schütze am obern und untern Ende des Seihebehälters geschlossen, während welcher Zeit das Wasser durch den kleinen vorerwähnten Kanal, der in den Durchschnitten nach *CD* und *EF* vorkommt, fließt. Dieser kleinere Kanal braucht nur 4 Fuß breit zu sein, obgleich der obere 6 Fuß breit ist, da er mehr Gefälle als dieser hat.

Sollte man bemerken, daß sich in dem Seihebehälter so viel erdige und andere fremde Materien absetzen, daß zu oft neuer Sand eingebracht werden müßte, so würden kleine, 8 Zoll starke, 2 Fuß hohe, nach der Länge des Kanals 1 Fuß von einander entfernte Mauern von Mauersteinen einzubringen, diese mit großen harten Sandsteinplatten zu belegen, darauf Kiesel von verschiedener Größe zu legen, und auf diese wieder Sand und Kies zu schütten sein, damit letztere nicht durchfallen. Dann müßte das untere Ende des Seihebehälters durch eine Mauer, deren Oberkante 18 Zoll tiefer als die der übrigen läge, geschlossen werden; die Unterkante der Schutzthüre an der Einmündung aber müßte nur einen Fuß höher liegen, als die Sohle des Behälters, so daß das Wasser hier wie durch einen Heber ginge, den Schlamm am Boden absetzte, durch den Sand von unten nach oben ginge, und aus der Oberfläche des letztern gereinigt herauskäme.

Der Schlamm auf dem Boden des Seihebehälters kann fortgeschafft werden, wenn man kleine, am Fuße der Mauer am untern Ende desselben, und auf die lichten Räume zwischen den Backsteinmauern treffende Schutzthüren nur um einige Zoll auszieht, wobei dann noch ein Grundablaß wie in den schon beschriebenen Schlammfängen vorhanden sein, und eine Schutzthüre in der Einmündung des bedeckten Kanals unter dem Wege nach Monsoury durch angebracht werden muß, damit kein Schlamm bis nach dem Vertheilungsbehälter kommen könne.

Nach unserer Meinung würde es in jeder Hinsicht besser sein, den Seihebehälter auf die zuletzt beschriebene Art, als auf die zuerst angegebene einzurichten; indessen wird er auch hinreichend gute Dienste leisten, wenn das vor demselben ankommende Wasser schon ziemlich hell ist, und nur noch vollends gereinigt werden soll.

Digitized by Google

Ueber die Langpfähle und Grundpfähle.

Die Langpfähle werden gewöhnlich dazu gebraucht, um ein Bauwerk über dem hohen Waſſer zu tragen, als z. B. hölzerne Brücken und Mühlen.

Der Grundpfähle bedient man ſich zur Unterſtützung von Bauten von Mauerwerk, welche unter dem niedrigſten Waſſer gegründet werden ſollen, als Brücken, Kaimauern, Schleuſen und andere ähnlicher Art.

In dem Folgenden ſoll unterſucht werden, welche Abmeſſungen, welche Stellung gegen, und welche Entfernung von einander die Lang- und die Spitzpfähle haben, und wie tief ſolche eingerammt werden müſſen, um eine gegebene Laſt tragen zu können.

Abmeſſungen.

Zu einem Langpfahle, welcher mit einer großen Laſt beſchwert werden ſoll, oder abwechſelnd den Einwirkungen der Luft und des Waſſers ausgeſetzt iſt, wodurch derſelbe früher zerſtört wird, muß das ſtärkſte aus einem Stamme zu erhaltende Stück, alſo der Stamm ſelbſt, zumal wenn er gerade gewachſen und geſund iſt, genommen werden. Alles Beſchlagen oder Geraderichten würde die Faſern trennen, und die ringförmigen Theile, deren eigenes Gewebe feſter iſt als ihre Verbindung mit den anliegenden, und beſſer hält wenn die Bäume ganz bleiben, in Abſchnitte theilen. Deshalb muß man nur die Knorren abhauen, und das in die Erde kommende Ende pyramidenförmig zuſpitzen. Dieſe Spitze wird häufig mit einem eiſernen Schuh mit 3 oder 4 Federn beſchlagen *), auch wird das obere Ende vierkantig beſchlagen, wenn es zu ſtark iſt und vor den Holmen vorſpringt, welche waagerecht auf die Pfähle gezapft werden.

Aus gleichen Gründen iſt es nöthig, das Holz zu den Grundpfählen in ſeiner ganzen Stärke zu laſſen. Dieſe Pfähle müſſen deshalb gleichfalls rund, gerade gewachſen und ohne vorſtehende Knorren ſein.

*) Mitunter wird auch die Spitze nur angeflammt, wenn das Erdreich nicht zu feſt iſt; im entgegengeſetzten Falle muß dieſelbe verſchuht werden.

Die Stärke der Langpfähle hängt hiernach von der Stärke der Bäume, welche an jedem Orte zu haben sind, ab. Man nimmt sie bei 15 bis 18 Fuß Länge, in der Mitte ohngefähr 10 Zoll stark, und 2 Zoll stärker für jede Toise Länge über die zuerst angeführte, so daß zum Beispiel ein Pfahl von 33 bis 36 Fuß ohne Rinde ohngefähr 16 Zoll stark sein müßte.

Die Grundpfähle von einer gewissen Länge brauchen verhältnißmäßig nicht so stark als die Langpfähle zu sein, da sie fast immer ganz in den Boden getrieben werden, und deshalb weniger Gefahr vorhanden ist, daß sie sich biegen und durch das Wasser und die darin schwimmenden Körper abgenutzt werden. Aus diesem Grunde kann man dazu die jüngsten und schwächsten Stämme nehmen.

Solche Grundpfähle haben bei 10 bis 12 Fuß Länge, mit ohngefähr 9 Zollen und einem Zoll mehr auf jede folgende Toise Länge, Stärke genug. So würde ein Grundpfahl von 28 bis 30 Fuß Länge in der Mitte, ohne Rinde, ohngefähr 1 Fuß stark sein, also etwa 10 Zoll an der Spitze und 14 Zoll am obern Ende.

Wenn man keine Stämme von hinreichender Länge hat, oder auch die Lang- oder Grundpfähle tiefer in den Grund gehen, als man angenommen hatte, und deshalb zu kurz sind, so können sie auf einander gepfropft, und in 18 Zoll oder 2 Fuß Länge genau mit einander verbunden werden. Zu diesem Ende wird die Oberfläche des Pfahls in 4 Viertelskreise getheilt, das Holz in 2 einander entgegengesetzten Ausschnitten ausgestemmt, das aufzupfropfende Stück auf dieselbe Art ausgearbeitet, und nachdem die stehen gebliebenen Theile des letztern in die ausgearbeiteten Theile des erstern durch schwache Schläge mit dem Rammbäre eingetrieben worden, um die ganze Verbindung ein oder zwei gute eiserne Ringe gelegt. Zu bemerken ist hierbei jedoch, daß diese gepfropften Stellen so zu liegen kommen müssen, daß sie durch die Zangen bedeckt werden, welche sie in Verband von einer solchen zur andern umfassen. Von diesen Zangen wird weiter unten die Rede sein.

In der von Herrn de la Hire herausgegebenen Abhandlung über Zimmermannskunst von Mathurin Jousse ist angeführt, daß die Grundpfähle vierkantig beschlagen sein, und daß die 12 Fuß langen 10 und 12 Zoll, die 30 Fuß langen 16 und 21 Zoll stark sein müßten, anstatt daß sie, wie vorher vorgeschlagen, nur 9 Zoll und höchstens 12 Zoll in der Mitte stark sein sollen, was auch für die angegebenen Längen, nach den bei den größten Arbeiten gemachten Erfahrungen, vollkommen hinreicht.

Mathurin Jousse hat bei dem Vorschlage, die Pfähle vierkantig und mit ungleich breiten Seiten zu beschlagen, die Regel in Anwendung gebracht, welche man in Betreff

der Balken in Gebäuden, wie es nöthig ist, beobachtet, da waagerecht liegende Hölzer höher als breit sein müssen. Dies hat auch Hr. Parent in den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1708 angeführt, woselbst erwiesen ist, daß aus einem Baume dasjenige vierkantige Stück Holz, welches, in waagerechte Richtung gelegt, am meisten zu tragen im Stande ist, gehauen wird, wenn das Quadrat der einen Seite doppelt so groß ist, als das der andern, was mit dem Verhältniß 7:5 ziemlich genau übereinstimmt *), und dann das Holz auf die schmale Seite oder auf die hohe Kante gelegt wird.

In Betreff solcher Stücke, welche aufrecht gestellt tragen sollen, finden nicht dieselben Umstände in Betreff der vierkantigen Bearbeitung und der Ungleichheit der Breiten der Seiten Statt. Dies dürfte hiervor hinreichend aus einander gesetzt sein; allein es mußte doch angeführt werden, was ein guter Zimmermann und ein geschickter Mathematiker über den abgehandelten Gegenstand angenommen haben, damit man besser beurtheilen könne, was den Vorzug verdient.

Dieser Betrachtungen ungeachtet können indessen dennoch unter gewissen Umständen vierkantige Lang- oder Grundpfähle gebraucht werden. So werden z. B. manchmal zu den äußern Reihen in Grundwerken vierkantige Grundpfähle genommen, damit die Spundbohlen, welche dazwischen geschlagen werden, sich besser an dieselben anschließen.

Von den Lang- und Grundpfählen muß die Rinde ganz abgemacht werden, der Splint aber an denselben bleiben, wenigstens so weit sie unter Wasser zu stehen kommen.

Die Rinde giebt dem Holze keine Stärke, vermehrt aber durch ihre Dicke und Unebenheit die Reibung beim Einrammen bedeutend, und verursacht, daß sie bei gleicher Kraft weniger tief eindringen.

Der Splint ist unter dem Wasser durchaus nicht nachtheilig, hält sich hier, wie bekanntlich alles Holz, was beständig untergetaucht bleibt, zumal der vom Eichenholz, welches vorzugsweise zu Wasserbauten gebraucht wird, und ist fest, wenn der Saft daraus gezogen ist, wie aus den Erfahrungen des Herrn von Buffon hervorgeht **). Dieses berühmte Mitglied der Akademie hat gefunden, daß die Festigkeit des Splints nur etwa um $\frac{1}{17}$ geringer ist, als die des Holzes vom Kerne derselben Eiche, so daß die Festigkeiten sich ziemlich nahe wie die Dichtigkeiten verhalten, und es scheint, als könnte man ohne Nachtheil den Splint an den Grundpfählen lassen.

---

*) Siehe Eytelwein's Handbuch der Statik, Theil 2. §. 447. Anm. d. Ueb.

**) Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. Jahr 1741. S. 296.

Wenn die Rinde den Splint bedeckt, so schützt sie das Ei, welches die Fliege in diesen gelegt hat, und den Wurm, welcher daraus hervorkommt, bis er stark genug geworden, um den Splint zu verlassen, dessen noch mit Saft angefüllte Bestandtheile seinem ersten zarten Alter besser zusagen, als das Holz, in welches er nicht sogleich eindringen, und worin er nicht sogleich leben kann.

So verfährt die Natur in Bezug auf Insecten im Allgemeinen. Der Grad von Wärme, bei welcher der Seidenwurm auskriecht, entwickelt auch das Blatt des Maulbeerbaums, um ihm eine passende Nahrung darzubieten, und das Blatt wird täglich stärker, und bleibt dadurch immer in einerlei Verhältniß zum Wurme, der mit ihm zugleich wächst und stärker wird.

Ist die Rinde abgeschält, wenn der Baum abgehauen wird, so tödtet das schlechte Wetter und der Frost den Wurm, bevor er stark genug geworden ist ins Holz zu dringen; wenigstens dürften die über die Dauer freistehender Hölzer gemachten Erfahrungen sich hieraus erklären lassen. Ausgenommen ist jedoch eine Art von Würmern, mit Bruststück und Bohrwerkzeugen versehen, welche Holland wieder unter Wasser zu setzen drohten, indem sie die Deiche durchwühlten, und welche noch jetzt den Schiffen so viel Schaden thun.

In Betreff des gewöhnlichen Wurms, welcher im Trocknen liegendes Holz angreift, finden nicht dieselben Umstände Statt. Die Fliege wird ihre Eier in den wenigen daran gelassenen Splint legen, und der Wurm wird, wenn er auskriecht, das Holz angreifen. Aus diesem Grunde hält man dafür, daß es nicht immer nöthig sei, den Splint von den Theilen der Pfähle, welche über dem Wasser bleiben, abzumachen. Man hat sogar an mehrern Brücken bemerkt, daß er an Härte zugenommen hat und so fest geworden ist, daß dadurch die Pfähle verstärkt und länger erhalten worden sind, zumal wenn die Vorsicht gebraucht worden war, das Holz einige Monate vor seiner Verwendung ins Wasser zu legen. Eben so wird mit Erfolg mit den Latten verfahren, welche manchmal von Splint gemacht werden. Indessen mag bei Holze, welches über dem Wasser bleibt, jeder verfahren, wie er es am besten findet; doch werden, wenn man den Splint weglassen will, etwas stärkere Pfähle genommen werden müssen, um dadurch entstehenden Ausfall zu ersetzen.

Außer dem Wurmfraße, welchem das Holz ausgesetzt ist, sind auch noch die Gährung des Saftes, zumal in eingeschlossenen Theilen, und das abwechselnde Dazukommen der Luft und des Wassers bekannte Haupturſachen von einer Zerstörung, wobei wir uns aber nicht aufhalten wollen, um uns von unserm Hauptzwecke nicht zu sehr zu entfernen.

Digitized by Google

Stellung der Pfähle.

Die Lang- und die Grundpfähle, welche in Flüſſen geſchlagen werden, müſſen immer in die Richtung des Stromſtrichs zu ſtehen kommen. Die Queerreihen müſſen ſo viel als möglich die Längenreihen rechtwinklicht ſchneiden, und die Pfähle müſſen lothrecht ſtehen, ausgenommen in den hiernach angegebenen Fällen.

Eine Reihe Pfähle, welche eine hölzerne Brücke tragen ſoll, heißt ein Joch, obgleich ein Joch auch aus mehrern gleichlaufenden Reihen Pfählen beſtehen kann, die beinahe ſo ſtehen, wie die Grundpfähle unter den Mittelpfeilern einer ſteinernen Brücke.

Die 2 oder 3 mittelſten Pfähle in einem ſolchen Joche müſſen lothrecht geſchlagen werden, die übrigen aber auf beiden Seiten in entgegengeſetzter ſchiefer Richtung in einer lothrechten Ebene nach der Länge des Joches, damit das auf die Pfähle zu ſetzende Werk ſich nicht verwerfen könne.

Zuweilen werden zu beiden Seiten eines Joches von einer Reihe Pfähle kleinere Pfähle geſchlagen, um jene in der Höhe des kleinen oder Mittelwaſſerſtandes zu befeſtigen, und zwar wenn die Hauptpfähle vom kleinſten Waſſerſtande bis zum Grundbette des Fluſſes ſehr lang ſind, oder auch um ſie vor dem Seitenſtoße des Eiſes zu ſchützen. Man nennt ſie auch Nebenjochpfähle, und ſchlägt ſie lothrecht einige Fuß von den großen oder Hauptjochpfählen ſo ein, daß ſie auf die Zwiſchenräume zwiſchen den letzteren treffen, legt auf dieſelben Holme, die unter einander und mit den Hauptjochpfählen durch Balken verbunden ſind, welche wieder durch Zangen zuſammengehalten werden, die mit Schwalbenſchwänzen in die Holme eingelaſſen ſind.

Die Fangedammspfähle und die Pfähle in den Spundwänden, welche man zuweilen um die Grundwerke unter Mittelpfeilern oder auf der Vorderſeite von ſolchen unter Stirnpfeilern und Mauern anlegt, um Unterwaſchungen zu verhüten, müſſen auch lothrecht geſchlagen werden.

Gewöhnlich werden auch die Grundpfähle lothrecht eingerammt; wenn indeſſen das Erdreich nicht feſt iſt, ſo iſt es gut, die unter den äußern Stirnflächen etwas nach innen zu geneigt einzuſchlagen. Hierdurch kann man verhüten, daß die Pfähle nicht aus ihrer Lage gebracht werden, indem dies nicht anders geſchehen kann, als wenn die geneigten ſich aufrichten, was aber durch das Gewicht des Mauerwerks verhindert wird. Die Grundpfähle unter Stirnpfeilern und Kaimauern ſind wegen des Seitendrucks der dahinter liegenden Erde der Gefahr, verſchoben zu werden, am meiſten ausgeſetzt.

Die Grundpfähle werden gewöhnlich mit dem spitzen Ende unten vor die Ramme gebracht und eingeschlagen, indem man behauptet, daß sie so leichter eindringen und besser so weit gebracht werden, daß sie nicht mehr ziehen, was der Hauptzweck bei Gründung von Bauwerken von Mauerarbeit ist, da das Gewicht derselben gewöhnlich viel größer ist, als das von Gebäuden, welche auf Langpfählen über dem großen Wasser aufgeführt werden. Indessen haben uns mit Sorgfalt angestellte Versuche gezeigt, daß verschuhete Grundpfähle, die mit dem dicken Ende unten eingeschlagen wurden, in Vergleich mit eben so langen und starken Pfählen, bei denen das dünne Ende unten war, und die mit demselben Zeuge in denselben Boden eingerammt wurden, zuerst schwerer, aber immer ziemlich gleichförmig eindrangen, und daß sie in ohngefähr einem Viertel Zeit weniger mit einem 510 Pfund schweren Bäre bis zu derselben Tiefe von 19 bis 20 Fuß eingerammt werden konnten. Dies scheint daher zu rühren, daß bei Pfählen, welche mit dem starken Ende vorweg eingerammt werden, die Reibung beinahe gleichförmig ist, während sie bei den andern, wo das spitze Ende unten ist, immer zunimmt, und hier der Bär einen Theil seiner Stoßkraft verliert, indem er seine Bewegung dem Erdreiche auf eine größere Fläche, die den Pfahl auf seine ganze Höhe umgiebt und unmittelbar berührt, mittheilt.

Indessen scheint es, daß es gut gethan sei, bei dem gewöhnlichen Verfahren zu bleiben, und die Grundpfähle mit dem dünnen Ende unten einzurammen, da bei einer solchen Lage, wo die Last unmittelbar auf den Köpfen ruht, die Pfähle stärker sind und weniger wackeln; jedoch sind hiervon Grundpfähle auszunehmen, welche in einer gewissen Tiefe unter dem Wasser abgeschnitten werden müssen, z. B. wenn Mittel- oder Stirnpfeiler im Kasten 12 bis 15 Fuß unter der Oberfläche des Wassers gegründet werden müssen, weil dann der dünnste und schwächste Theil der Pfähle unter der Last bliebe; weshalb es in solchen Fällen besser ist, die Pfähle mit dem starken Ende unten einzurammen.

Welches Ende bei Langpfählen unten sein soll, hängt von der Höhe ab, in welcher der Wasserspiegel bei kleinem Stande, und der Eisgang dieselben trifft.

Kommt die Mitte des Pfahls, nach der Länge gerechnet, bedeutend unter das kleine Wasser zu liegen, so wird es gut gethan sein, dieselben mit dem kleinen Ende vorweg einzurammen, wie die gewöhnlichen Grundpfähle, weil dann die stärkste Stelle dahin zu liegen kommt, wo der Pfahl bald naß, bald trocken wird, und wo er daher am leichtesten Schaden leidet. Auch wirkt auf diesen obern Theil der Stoß des Eises, der Schiffe und der Holzflöße, welche alle mehr die Zerstörung der Pfähle herbei führen, als die Reibung des Wassers und des Sandes im untern Theile.

Wenn

Wenn die Mitte der Länge der Pfähle nicht in den kleinsten, sondern in den Mittelwasserstand fällt, wie gewöhnlich bei großen hölzernen Brücken, so würde es aus den eben angeführten Gründen besser sein, sie mit dem dicken Ende nach unten einzurammen.

Bei Pfählen zu großen Brücken findet wegen ihrer Länge noch ein Grund mehr Statt, sie mit dem starken Ende unten einzurammen; sie sind nämlich dann, wie der Stamm, in der natürlichsten und gegen den Fluß stärksten Lage, um den Erschütterungen, denen sie ihrer Länge wegen ausgesetzt sind, widerstehen zu können.

Uebrigens ist es durchaus nicht nöthig, auf eine gewisse Lage Rücksicht zu nehmen, bei welcher, wie mehrere Physiker nach ihrer Meinung vom Umgange des Saftes behaupten, das Holz länger erhalten würde. Der Verfasser bezieht sich in dieser Hinsicht auf Herrn Hales Erfahrungen *).

Entfernung der Pfähle von einander.

Die Entfernung der Lang- und Grundpfähle von einander hängt von ihrer Stärke, von ihrer Länge und von der Last ab, welche sie tragen sollen: angenommen übrigens, daß sie von einerlei Holzart und von gleicher Beschaffenheit seien.

Nach Musschenbroek's Versuchen **) verhalten sich die Widerstände runder oder viereckiger aufrecht gestellter, am obern Ende belasteter Holzstücke gerade wie die Cubikzahlen ihrer Durchmesser oder Stärken, und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Längen.

Wenn der Rheinländische Fuß, dessen sich Musschenbroek bedient hat, 11 Zoll 7 Linien ***) Pariser Maaß ****) gleich gesetzt, und das von ihm gebrauchte Pfund, aus andern auch von ihm angestellten Versuchen zu schließen, zu 14 Unzen Mark Gewicht angenommen wird, so ergiebt sich daraus, daß ein 6 Zoll im Quadrat starkes, 6 Fuß langes Stück Eichenholz †) 23418 Pfund tragen kann, alles auf Pariser Maaß und Gewicht gebracht.

---

*) Statik der Vegetabilien, S. 135.

**) Physikalische Versuche, S. 356.

***) Encyklopädie, S. 562.

****) Um Musschenbroek's Versuche auf runde Stücke anwenden zu können, sind in den folgenden Rechnungen die Queerschnitte runder Hölzer in eben so große Quadrate verwandelt worden.

†) Die Versuche, welche ich über den Widerstand aufrecht stehender, oben belasteter Hölzer mehr im Großen als Musschenbroek angestellt habe, und worüber ich der Akademie in einer besondern Ab-

Der angegebene Widerstand gilt für den Zustand des Gleichgewichts; allein da das Holz nicht einmal so stark belastet werden darf, daß es sich bedeutend biegt, so ist klar, daß in der anzustellenden Berechnung dieser Widerstand niedriger als vorstehend angenommen werden müsse.

Aus den von dem Hrn. Grafen v. Buffon angestellten, in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1741 erwähnten Versuchen über den Widerstand waagerecht liegender Hölzer geht hervor, daß mehrere 14 Fuß lange, 5 Zoll im Quadrat starke Stücke, welche bei im Durchschnitte 5283 Pfund Belastung zerbrochen waren, nachdem sie sich um 10 Zoll gebogen hatten, bereits bei 2000 Pfund um 12 bis 15 Linien nachgegeben hatten, woraus hervorgeht, daß dergleichen Stücke nur mit dem 4ten oder 3ten Theile desjenigen Gewichts beschwert werden dürfen, von welchem dieselben zerbrochen werden können.

Aehnliche im Großen angestellte Versuche über aufrecht gestellte Hölzer fehlen noch; allein da sie in dieser Richtung sich unter einer aufgelegten Last weniger biegen, so wird anzunehmen sein, daß sie unter der Hälfte der Last, bei welcher sie zerbrochen würden, sich nicht bedeutend biegen können.

Unter Anwendung dieser Erfahrungen und Bemerkungen findet man die Entfernung, in welcher die Lang- und Grundpfähle von einander zu stehen kommen müssen, wenn man die Last, welche sie zusammen tragen sollen, durch den Widerstand, den man nach den Umständen von einem jeden derselben erwarten kann, dividirt.

Aus einer solchen Berechnung ergiebt sich, daß ein Pfahl von 36 Fuß Länge und 16 Zoll mittlerer Stärke, welcher 27 Fuß lang frei stände und von 9 zu 9 Fußen mit Zangen umgeben wäre, 73458 Pfund *) tragen könnte, wobei aus den vorangeführten Gründen nur die Hälfte des Gewichts angenommen ist, bei welchem derselbe zerbrechen würde.

Wenn bei einer hölzernen Brücke die Oeffnung von einem Joche zum andern 36 Fuß enthält (und weiter werden solche in der Regel nicht angelegt), so wiegt ein so langer,

---

handlung Bericht erstatten werde, in welcher zugleich vom Widerstande verschiedener Steinarten und des Eisens die Rede ist, stimmen durchaus nicht mit den eben angeführten; allein da ich gefunden habe, daß der Widerstand des Eichenholzes noch größer ist, als jener berühmte Physiker angenommen, so werde ich mich in der vorliegenden Abhandlung an das halten, was er hierüber gesagt hat, um in Betreff der Festigkeit der auf Pfählen aufzuführenden Gebäude um so sicherer zu sein.

*) Die Seite des Quadrats müßte sein = 14,17, ist aber = 14,5 angenommen.

Anm. d. Ueb.

4½ Fuß breiter Theil des Brückenkörpers, der auf jeden Pfahl kommt, wenn diese so weit von einander stehen, beinahe 41000 Pfund, Pflaster und Sand einschließlich. Dieser Pfahl behält dann noch einen Ueberschuß an Kraft von 32458 Pfund, um der Last der beladenen Wagen, auch wenn sogar die Achsen derselben brechen sollten, zu widerstehen, und das zu ersetzen, was die schief eingeschlagenen Pfähle weniger tragen, als die gerade stehenden, da das Gewicht, welches geneigte Pfähle tragen können, sich zu dem, was senkrechte tragen, wie der Cosinus des Winkels, welchen die Richtung der Last mit der Richtung des schief stehenden Stücks bildet, zum Halbmesser verhält.

Es muß hierbei bemerkt werden, daß Aeste und gewisse unvermeidliche Fehler in der Beschaffenheit des Holzes die Stärke desselben auch vermindern. Allein diesem Ausfalle könnte man dadurch wieder beikommen, daß man die Riegelhölzer und Zangen bis auf 6 Fuß zusammenbrächte, wie über dem kleinen Wasserstande sehr häufig geschieht; denn bei der Berechnung darf die Länge der Pfähle nur von einer Zange zur andern genommen werden.

Ein 12 Fuß langer, 9 Zoll starker Grundpfahl, welcher 3 Fuß aus der Erde steht, könnte 111018 Pfund oder ohngefähr noch ein halbmal so viel als der vorige tragen. Dies Verhältniß paßt auch sehr gut wegen der größern Last, welche die Grundpfähle zu tragen haben. In der Rechnung wird der Pfahl ebenfalls nur 3 Fuß lang genommen, indem der in der Erde steckende Theil in Bezug auf die Abnahme des Widerstandes wegen der Länge der Holzstücke nicht in Betracht kommt.

Wenn der Grundpfahl, von welchem die Rede ist, 4 Fuß aus der Erde stünde, so würde sein Widerstand in umgekehrtem Verhältnisse des Quadrats seiner Länge zu dem des vorher 3 Fuß lang angenommenen frei stehenden Theils, also bis auf 62474 Pfund abnehmen. In dem hier Folgenden soll auf diese letztere Zahl Bezug genommen werden.

Angenommen, daß die Grundpfähle von Mitte zu Mitte 4 Fuß von einander stehen, und ein Cubikfuß Mauerwerk 160 Pfund wiege, so könnten erstere eine Mauer von 47 Fuß Höhe tragen, was gut genug mit den Erfahrungen über Kaimauern und steinerne Brücken von mittlerer Größe übereinstimmt.

Wollte man eine größere Last auf die Pfähle bringen, ohne eine gewisse angenommene Entfernung der Lang- und Grundpfähle zu verändern, so müßte deren Stärke in Verhältniß der Cubikwurzeln der Gewichte vermehrt werden, so daß zum Beispiel für eine 8fache Last der Durchmesser der Pfähle nur verdoppelt zu werden brauchte, anstatt daß es nach den über den Widerstand der Steine angestellten Versuchen auf den ersten Blick den Anschein

haben möchte, daß der Queerschnitt der Pfähle im Verhältniß der Lasten vermehrt werden müßte. Diese Verschiedenheit wird der größern Elasticität und dem festern Zusammenhange der Holzfasern, wodurch die Stärke der Pfähle vergrößert wird, wenn sie sich unter der Last vor dem Zerbrechen biegen, zuzuschreiben sein.

Diese aus Musschenbrock's Erfahrungen über einzeln und lothrecht stehende Hölzer abgeleitete Regel paßt auch auf geneigte und waagerecht liegende, welche bei gleichen Längen in aus den Quadraten der Höhen und den Breiten zusammengesetztem Verhältnisse dem Zerbrechen widerstehen, d. h. bei welchen die Gewichte, durch welche sie bis zum Zerbrechen gebogen werden können, sich wie diese verhalten: so daß in dem einen oder dem andern von diesen Fällen offenbar Hölzer, welche eben so lang, aber noch einmal so stark als andere sind, in waage- oder lothrechter Lage 8 Mal so viel tragen können, jedoch nur 4 Mal so viel körperlichen Inhalt haben, woraus folgt, daß der Kostenersparung wegen vorzugsweise starke Hölzer genommen werden müssen.

Bis hierher ist nur von eichenen Pfählen die Rede gewesen, allein man kann auch andere weniger Widerstand leistende Hölzer nehmen, worauf in der Rechnung Rücksicht genommen werden müßte. Deshalb sollen hier die Verhältnisse der Widerstände nach den in Betreff der Belastungen, bei welchen sie im lothrechten Stande zerbrechen worden, angestellten Versuchen angegeben werden.

Eichenholz	12⅔	Pappelholz	7⅔
Werdenholz	9⅔	Eschenholz	7⅔
Tannenholz	9⅔	Erlenholz	7

Hieraus ergiebt sich, daß das Eichenholz am stärksten ist, das Tannenholz aber weniger stark, obgleich das letztere nach Herrn Parents Versuchen *) in waagerechter Richtung beinahe um ⅔ mehr tragen kann. Die Esche, welche gleichfalls härter als die Tanne ist, und in waagerechter Lage eine größere Last tragen könnte, trägt indessen in senkrechter Richtung weniger, was daher rühren kann, daß die Fasern der Esche nicht so gerade sind, als die der Tanne.

Die so eben zur Bestimmung des Widerstandes der Lang- und Grundpfähle und der Entfernung derselben von einander gegebenen Berechnungsarten scheinen mit der Ausführung ziemlich genau zu stimmen; allein man darf sich bei Gegenständen dieser Art nicht allein auf die Rechnung verlassen, da immer noch hinlänglich im Großen angestellte Versuche über den

*) Abhandlungen vom Jahre 1707.

Widerstand aufrecht stehender Hölzer fehlen, und die geringe Bekanntschaft mit einigen in physikalischer Hinsicht zu berücksichtigenden Umständen zu Irrthümern verleiten kann. Es muß daher, wie weiter unten aus einander gesetzt werden wird, das zu Rathe gezogen werden, was bei der Ausführung am nützlichsten befunden wird.

Gewöhnlich werden die Jochpfähle unter hölzernen Brücken 4 bis 5 Fuß weit aus einander gesetzt, und Grundpfähle 3 bis 4 Fuß, alles von Mitte zu Mitte gerechnet.

Herr Bullet ist in seiner Abhandlung über Baukunst der Meinung, daß die Grundpfähle von Mitte zu Mitte um ihre doppelte Stärke aus einander zu stehen kommen müssen, also 2 Fuß weit, wenn sie 1 Fuß stark sind, so daß auf eine einzeln stehende Quadrattoise 16 Stück kommen, aber auf eine gleiche Grundfläche nur 9, wenn die äußern Pfähle mit den anliegenden im Durchschnitte gerechnet werden.

Nach einem andern Schriftsteller *) sollen in jede Quadrattoise Grundwerk 18 bis 20 Grundpfähle zu stehen kommen.

Nach dem, was bei den größten Bauten geschieht, brauchen die Grundpfähle höchstens in 3 Fuß Entfernung von Mitte zu Mitte geschlagen zu werden, also auf die Quadrattoise im erstern Falle nur 9, und im zweiten nur 4, anstatt 18 oder 20 **).

Einrammen der Pfähle.

Die Langpfähle, noch mehr aber die Grundpfähle, müssen bis auf Felsen oder so festen Boden eingeschlagen werden, daß sie unter der darauf zu legenden Last sich durchaus nicht weiter eindrücken können. Deshalb muß man damit durch den Sand oder die Erdlagen von geringer Festigkeit gehen, welche entweder zusammengedrückt oder durch den Strom ausgewaschen werden könnten.

Darum müssen zuvörderst die verschiedenen Erdlagen und deren Stärke durch ein ohngefähr 2 Zoll starkes Visitireisen, welches bis auf Felsen oder festen Boden eingetrieben

*) Gauthier's Abhandlung von Brücken, S. 68.

**) Das in diesem Abschnitte angegebene Verfahren, um eine Gleichung zwischen den Abmessungen eines Pfahls und der Last, die derselbe zu tragen im Stande ist, zu finden, ist nicht mehr zu empfehlen, da bei weitem bessere bekannt sind, obgleich auch diese nicht genau mit der Erfahrung übereinstimmende Werthe geben. Ich habe das, was ich zur Bestimmung der Abmessungen einer Brücke anzuführen für nöthig gefunden habe, gegenwärtiger Uebersetzung als Anhang beigefügt, und in diesem eine bessere Auflösung der fraglichen Aufgabe gegeben, die ich nachzusehen bitte.

Anm. d. Ueb.

wird, unterſucht werden. Dies Eiſen erhält von Fuß zu Fuß kleine nach unten geneigte Vertiefungen, deren unterer Rand etwas vorſpringt. Auf dieſe wird Talg gethan, welcher durch das Erdreich verdrängt wird, wenn das Eiſen wieder herausgezogen wird, und es kann daraus Länge und Stärke jedes Lang- oder Grundpfahls an jedem Orte, wo dergleichen geſchlagen werden müſſen, abgenommen werden.

Zum Schlagen der Grundpfähle bedient man ſich einer Maſchine, welche von mehrern Schriftſtellern Bär genannt wird. Indeſſen erhält dieſen Namen mehrentheils das Stück Holz oder Gußeiſen, womit der Pfahl eigentlich geſchlagen wird, und das Gerüſte, wodurch dieſer Bär in Bewegung geſetzt wird, heißt gewöhnlich Ramme.

Die Bäre erhalten mehr oder weniger Gewicht, je nachdem die Pfähle ſtark ſind, tief eingetrieben werden ſollen und das Erdreich beſchaffen iſt, und zwar von 400 bis zu 1200 Pfund und darüber. Zu den Grundpfählen wird gewöhnlich ein Bär von 600 bis 700 Pfund genommen, welcher von 24 bis 28 Mann 25 bis 30 Mal in einer Minute $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch gezogen wird. Die Arbeiter ruhen hernach jedesmal abwechſelnd wieder eben ſo lange.

An den 1200 Pfund ſchweren Rammbären ziehen 48 Mann. Bäre dieſer Art werden zu ſtarken Grund- oder gewöhnlichen Langpfählen gebraucht. Zu den größten Langpfählen nimmt man ſchwerere, bis zu 2000 Pfund.

Dann aber werden andere als die gewöhnlichen Rammen gebraucht. 6 oder 8 Mann drehen nämlich mit Hebelsarmen eine waagerechte Welle, worüber das Tau geht, an welchem der Bär hängt. Sobald der letztere ſeine höchſte Stelle erreicht hat, läßt ihn der wie ein doppelarmiger Hebel eingerichtete Haken, der Schnellhaken, los, und das Tau wird entweder durch Zurückdrehung der Welle, oder, der größern Bequemlichkeit wegen, durch eine von dem engliſchen Uhrmacher Herrn Vaulhous erfundene Vorrichtung nachgelaſſen, um den Bär wieder faſſen zu können. Im letztern Falle folgt das Tau dem Rammbäre unmittelbar, faßt ihn durch eine daran befeſtigte Art von eiſerner Zange wieder, und wickelt ſich von einem Drehlinge mit lothrecht ſtehender Achſe durch Loslaſſung eines Schnellhakens ab, ohne daß, wie im erſten Falle, die Welle zurückgedreht werden müßte: was zugleich bequemer iſt und geſchwinder geht. Beide Arten von Rammen nennt man Kunſtrammen. Zuweilen werden ſie auch bei 1200 Pfund oder gar nur 600 bis 700 Pfund ſchweren Bären gebraucht, theils weil unter manchen Umſtänden nicht ſo viel Arbeiter zu haben ſind, als zu den Zugrammen gebraucht werden, theils weil ſie beim Anfaſſen an die Zugleinen einander hindern, und indem ſie, was nicht zu vermeiden iſt, ſchief ziehen, mit

einem großen Theile ihrer Kraft nicht auf den Bär wirken können. Indessen kann die schiefe Richtung der Zugleinen und der daraus entstehende Verlust an Kraft vermindert werden, wenn sie an einen Kranz gebunden werden, der in waagerechter Lage an das große Tau befestigt ist.

Auf der andern Seite geht die Arbeit mit den Kunstrammen nicht so geschwind, weil die bewegende Kraft weniger groß ist, so daß z. B. wenn an einer Kunstramme nach Herrn Vaulhoué's Einrichtung ein 1200 Pfund schwerer Bär mit 8 Mann gehoben werden kann, anstatt daß bei einer gewöhnlichen Zugramme 48 Mann dazu erforderlich sind, bei übrigens gleichen Umständen 6 Mal so viel Zeit dazu gehört. Es kann daher von beiden Maschinen die gebraucht werden, welche nach der Oertlichkeit und den Umständen am besten paßt, ohne daß man sich jedoch schmeicheln dürfte, auf einer von beiden Seiten etwas ersparen zu können; ein Gleiches ergiebt sich auch bei allen einfachen Maschinen, wenn nur bei der anzustellenden Vergleichung die bewegende Kraft bei beiden von einerlei Art ist, es mag solche entweder durch Menschen oder durch Pferde hervorgebracht werden.

Aus einem andern, aber nicht mechanischen Grunde könnte es vortheilhafter sein, sich der Kunstramme zu bedienen, nämlich darum, weil die Arbeiter beim Fortrücken der Maschine oder bei andern zwischen dem eigentlichen Rammen vorfallenden Verrichtungen, z. B. beim Ausruhen, oder wenn ein Pfahl vor die Ramme gebracht oder gerichtet werden soll, viel Zeit verlieren, und dies bei einer geringen Anzahl Arbeiter nicht so nachtheilig ist, als bei einer größern.

Auch kann man die Rammen so einrichten, daß der Bär durch ein oder zwei Pferde gehoben wird: was wohlfeiler ist, als wenn dazu Menschen genommen werden, die nach Verhältniß ihrer Kraft und Geschwindigkeit theurer bezahlt werden.

Endlich können die Bäre auch geradezu durch die Maschinen zum Ausschöpfen der von den Fangedämmen eingeschlossenen Räume gehoben werden, wenn der Strom dazu stark genug ist. So ist bei der neuerlich erbauten Brücke bei Pont-Sainte-Maixence eine Wasserradswelle benutzt worden, um 2 Bäre, jeder von beinahe 2000 Pfund, zu heben, womit 15 Fuß lange Grundpfähle in einen kiesigen und festen Boden gerammt worden sind.

Bei demselben Baue war auch ein Mühlrad zur Bewegung von 2 andern Rammbären gebraucht worden, so daß, wenn ähnliche Maschinen an den Flüssen angebracht werden können, wie dies oft der Fall sein wird, alle Grundpfähle zu einer Brücke mit 3 Mann bei jeder Ramme eingeschlagen, und dabei immer noch mit derselben bewegenden Kraft die

Steine an den Krahnen in die Höhe gehoben werden können, wie von dem Unter-Brücken- und Wege-Ingenieur Herrn Dausse gleichfalls beim Bane der Brücke bei Pont-Sainte-Maixence, den er mit vieler Einsicht geleitet hat, geschehen ist.

Man darf nicht eher annehmen, daß ein Grundpfahl hinreichend fest eingeschlagen, oder wie man sagt, zum Stehen gebracht sei, als wenn er auf eine Hitze von 25 bis 30 Schlägen nicht mehr als zwei bis drei Linien eindringt (zieht), und zwar bei einer gewissen Anzahl von Hitzen nach einander. Bei Langpfählen, die weniger zu tragen haben, kann man sich nach den Umständen damit begnügen, daß sie auf eine Hitze noch 6 Linien oder auch wohl einen Zoll eindringen.

Wenn die Lang- oder Grundpfähle verschuht werden, so müssen die Spitzen derselben so weit abgeschnitten werden, daß sie noch 2 bis 3 Zoll ins Gevierte groß bleiben, und im Boden des Schuhes eine eben so große platte Stelle gelassen werden, damit der Schlag mit dem Rammbäre sich unmittelbar auf das Untertheil des Schuhes fortpflanzen könne, und nicht auf die Nägel wirke, womit jede Feder befestigt ist, da hierdurch der Schuh zerbrochen, und dies dem Einrammen der Pfähle nachtheilig werden würde.

Das obere Ende des Pfahls muß auch auf die Länge des letztern rechtwinklicht abgeschnitten, die Kante etwas gebrochen, und hernach nöthigenfalls einige Zoll tiefer ein eiserner Ring darum gelegt werden, damit der Pfahl nicht breit geschlagen oder gespalten werden könne.

Der Schlag mit dem Rammbäre, zusammengenommen mit der Schwere des Pfahls, verursacht anfänglich, daß der letztere merklich eindringt. Wenn das Erdreich dadurch, daß es ausweichen muß, sich zusammendrängt, wird der Widerstand größer.

Das Erdreich um den Pfahl wird auch durch den Stoß auf die Fibern und die Rückwirkung derselben bis auf eine gewisse Entfernung erschüttert, und zwar um so stärker, je tiefer der Pfahl eindringt. Es ist begreiflich, daß es eine Gränze geben müsse, bei der dieser Widerstand, und der Verlust an Kraft, welche das den Pfahl umgebende Erdreich in Bewegung setzt, mit dem Stoße des Rammbärs ins Gleichgewicht kommen; der Pfahl wird dann nicht tiefer eindringen, und anstatt wirklich zum Stehen gebracht zu sein, wird dies nur so scheinen.

Wird ein solcher Pfahl nach einiger Zeit noch einmal nachgeschlagen, so kann er noch tiefer eindringen. Das Erdreich, welches ihn von der Seite drückte, schiebt wieder die es ringförmig umgebenden Theile immer weiter zusammen und zurück; der Widerstand wird geringer, und ein eben so starker neuer Schlag kann abermals eine Wirkung hervorbringen,

was

was auch durch die Erfahrung bestätigt wird. Es ist sehr wichtig, zu wissen, ob ein Pfahl wirklich zum Stehen gekommen sei. Das sicherste Mittel hierzu wird, außer dem vorigen, und dem nochmaligen Nachschlagen mit einem schwereren Bäre, die vorhin vorgeschlagene Untersuchung mit dem Visitireisen sein, da man dadurch zum Voraus erfährt, wie der Boden beschaffen ist, und wie tief die Pfähle eingerammt werden können.

Der Gebrauch des Erdbohrers kann auch sehr nützlich sein, um zu erfahren, ob unter Lagen von Felsen oder anderem festen Boden nicht wieder zu weiche oder hohle Stellen kommen, welche veranlassen könnten, daß der Felsen oder andere harte Boden darüber brächen und einsänken, nachdem eine zu große Last darauf gebracht worden, wie dies bei großen Brücken schon mehr als ein Mal geschehen ist, weil man eine solche Vorsicht nicht gebraucht hatte.

Die Erfahrung giebt auch zuweilen zu erkennen, ob ein Pfahl in fettem Boden wirklich zum Stehen gekommen sei. Wenn z. B. der Pfahl blos scheinbar, oder der Reibung wegen nicht mehr ziehe, so treibt ihn die Schnellkraft um eben so viel zurück, als ihn der Schlag hat eintreiben können; hat derselbe hingegen Felsen oder festen Grund erreicht, so wird der Schlag hohler klingen, und der Bär wird durch die eigene Schnellkraft des Pfahls und seiner zusammengedrückten Fibern heftiger zurückspringen.

Wegen dieser Schnellkraft eines fetten und dichten Bodens können in einen solchen nur eine gewisse Anzahl Pfähle geschlagen werden, indem, wenn über diese hinaus gegangen wird, die zuerst eingerammten wieder herausspringen, und dies wird jedesmal der Fall sein, wenn der Stoß und die größere Dichtigkeit, welche das Erdreich durch die hineingeschlagenen Pfähle angenommen hat, ins Gleichgewicht gekommen sind.

Das Erdreich könnte auch schon von Natur die eben angegebene Dichtigkeit und Federkraft haben. In einem solchen Falle würde der Pfahl nur bis auf eine gewisse Tiefe eindringen, und zwar so lange, als das Erdreich in die Höhe treten kann, um ihm Platz zu machen, wie bei reinem frischen Thone, wenn er fest genug ist.

Man könnte es auch so machen, daß die Grundpfähle, welche man in einen etwas fetten und elastischen Boden gebracht hätte, durch das Einschlagen eines neuen Pfahls nicht wieder herausgetrieben werden könnten; allein ein solcher Pfahl würde dann nicht tiefer gehen, als der im vorigen Absatze erwähnte. Es würde dazu nur nöthig sein, die Pfähle mit dem starken Ende nach unten einzurammen, und zwar aus folgenden Gründen.

Wenn die Grundpfähle mit dem dünnen Ende nach unten eingerammt werden, so wirken auf deren kegelförmige Oberflächen von allen Seiten Kräfte, wenn ein anderer Pfahl

in der Nähe eingeschlagen wird, da das Erdreich als elastisch angenommen worden, und jede dieser Kräfte rechtwinklicht auf die Oberfläche des Kegels zerlegt sich in zwei andre, wovon die eine in waagerechter Richtung wirkende je durch eine andere eben solche ihr entgegengesetzte aufgehoben wird; die andere aber, in der Richtung der Achse wirkende, den Pfahl in die Höhe hebt und zum Theil herausdrängt. Aus gleichen Gründen muß das Gegentheil erfolgen, wenn das dicke Ende unten ist, so daß in diesem Falle die Kräfte, die auf seine Oberfläche wirken, weit entfernt, ihn herauszudrängen, nur streben werden, ihn, wo möglich, in der Richtung seiner Achse noch tiefer in den Grund zu drücken.

Wenn mehr als eine oder zwei Reihen Lang- oder Grundpfähle eingerammt werden sollen, wie unter einen Mittel- oder Stirnpfeiler einer Brücke, so muß mit den mittlern oder innern angefangen, und nach und nach bis zu den äußersten gegangen werden. Hierdurch wird es möglich, daß sich das Erdreich, nach und nach, nach dem Umfange der Stelle, in welche die Pfähle geschlagen werden sollen, drängen kann, und die Pfähle tiefer in die Erde zu bringen, als bei einem entgegengesetzten Verfahren; denn im letztern Falle würde das Erdreich nach der Mitte des Grundwerks zu immer mehr und mehr zusammengedrängt, und die Pfähle würden viel weniger eindringen.

Man könnte hiergegen anführen, daß, wenn die äußersten Pfähle zuerst geschlagen würden, diese auch am tiefsten in den Grund getrieben werden könnten, was bei leichtem sandigen Boden vortheilhaft sein würde, indem dann die untern Enden der Pfähle weniger leicht unterwaschen werden könnten, und daß die innern Pfähle, wenn sie nur alle bis zum Stehen gerammt würden, immer dieselbe Last tragen könnten, welche nach den geschehenen Rammschlägen auf dieselben gebracht werden dürfte.

Diese Rammschläge würden, wie sogleich gezeigt werden soll, hinreichen, um in der ersten Zeit von dem Setzen der Pfähle nichts fürchten zu müssen. Allein das in der Mitte des Grundwerks zu sehr zusammengedrückte Erdreich wird, wie vorher bemerkt, sich nach und nach auszudehnen suchen. Der durch die Reibung hervorgebrachte Widerstand wird kleiner werden, und die Pfähle können sich aus diesem ersten Grunde senken.

Das Erdreich wird beim Auseinandergehen auch um so stärker auf die Pfähle drücken, als die Kraft fortdauernd und langsam wirkt, und, wie aus Grundsätzen der Mechanik erhellt, kann die Last, welche auf die Köpfe der Grundpfähle nach einer auf die Richtung des Schubs des Sandes senkrechten wirkt, diesen Schub weder aufhalten noch verringern. Die Pfähle können daher mit ihren untern Enden leicht ausweichen, da sie nach der Voraussetzung übrigens in keinem festen Boden stehen, und dies giebt eine bedeutende Ursache

zum Setzen und zum Einsturze, wonach das zuerst beschriebene Verfahren in jeder Hinsicht den Vorzug verdient.

Es soll nunmehr so viel als möglich untersucht werden, wie groß die Kraft ist, mit welcher der Rammbär beim Schlagen auf einen Lang- oder Grundpfahl wirkt, um zu wissen, wie lange auf einen solchen gerammt werden müsse, wenn er im Stande sein soll, eine gewisse gegebene Last zu tragen, und zwar ohne Rücksicht auf den festen Boden, wenn er bis zu diesem gekommen ist. Man hat dann eine Sicherheit mehr, da es doch mitunter ungewiß ist, ob man Felsen oder festen Grund erreicht habe oder nicht.

Nach den Versuchen des Hrn. von Camus, eines Lothringischen Edelmanns *), und andern seitdem über das Einrammen der Pfähle angestellten **), scheint es, daß die durch den Schlag mit einem Rammbäre hervorgebrachte Kraft sich wie die Fallhöhe, oder das Quadrat der dadurch am Ende derselben erlangten Geschwindigkeit verhalte, was gleichfalls durch Hrn. Camus, Mitglieds der Akademie, Abhandlung ***) über das Eindringen der Kugeln in Thon bestätigt wird. Die Tiefen, um welche die Körper eindrangen, waren gleich, wenn die Massen sich umgekehrt wie die Fallhöhen verhielten; woraus man schließen kann, daß die Tiefen sich wie die Fallhöhen verhalten, wenn die Massen gleich sind, und wie die Massen, wenn diese ungleich, die Fallhöhen aber gleich sind ****).

Herr le Camus bemerkt auch, daß sein Versuch mit dem stimmt, welchen Herr Bernouilli in seiner Abhandlung über die Gesetze der Mittheilung der Bewegung anführt.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die mit einem einzigen Schlage mit dem Rammbär hervorgebrachte Kraft eben so groß wäre, als die von mehrern andern Schlägen, wenn die Summe der Fallhöhen bei den letztern eben so groß wäre, als die bei dem erstern, so daß z. B. wenn mit einem Rammbäre zwei Schläge, jeder mit 2 Fuß, oder der eine mit 1, der andre mit 3 Fuß Fallhöhe geschehen, diese eben so viel wirken, als ein einziger Schlag mit demselben Bäre bei 4 Fuß Fallhöhe. Diese Kraft würde bei gleichen Fallhöhen

*) Abhandlung über die bewegenden Kräfte, S. 164 ff.

**) Versuche, welche bei Gründung der Brücke zu la Voyerie bei la Fleche, wo die Grundpfähle mit der Kunstramme geschlagen, im Jahre 1744 durch den Hrn. Ingenieur Soyer angestellt worden.

***) Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften. Jahrgang 1728. S. 173 ff.

****) Man vergl. hiermit Eytelwein's praktische Anweis. z. Wasserbauk. 3. Heft. S. 137. 138. Anm. d. Ueb.

für 2, 3 und mehrere Mal so schwere Rammbäre 2fach, 3fach u. s. w. sein, und die Tiefen, in welche die Pfähle eindringen, müssen sich im Allgemeinen wie diese Kräfte verhalten *).

In der Ausübung muß indessen von diesen Grundsätzen eine Ausnahme gemacht werden, weil wegen der Erschütterung des Erdreichs und anderen physikalischen Ursachen, von denen die Rede gewesen, Kraft verloren geht, so daß der Schlag ohne Wirkung bleiben kann, wenn der Bär nicht hoch gezogen worden ist. Auch nimmt man zur Fallhöhe des Bärs gewöhnlich 4 Fuß und darüber. Das, was im vorigen Absatze gesagt worden, findet daher nur in Bezug auf die größere Wirkung, welche vom Stoße beim Einrammen der Pfähle zu erwarten ist, Statt. Es geht daraus immer hervor, daß die Kunstramme, durch welche der Bär höher gehoben werden kann, als mit der Zugramme, in dieser Hinsicht nur wenig Vortheil gewährt, und daß sich nur von der Schwere des Rammbärs Vortheil beim Einrammen starker Pfähle erwarten läßt. Auch sieht man, daß man manchmal 4000 Pfund schwere Bäre hat nehmen müssen, um 45 bis 50 Fuß lange, und am obern Ende 20 bis 24 Zoll starke Pfähle einzurammen **).

Die Kraft eines gewöhnlichen 1200 Pfund schweren Rammbärs reicht kaum hin, die Masse eines solchen Pfahls zu erschüttern; außerdem ist auch nicht zu vermeiden, daß ein großer Theil der Kraft verloren geht, nämlich der, welcher dazu gehört, die Fibern zusammenzudrücken, und ihrer rückwirkenden Schnellkraft zu widerstehen, bevor der übrige Theil bis auf die Spitze wirken und diese durch das Erdreich drängen kann. Dieser Verlust nimmt noch durch die Länge des Pfahls, die mehr oder minder gerade Lage seiner Fibern, und durch die Schwierigkeit, den Stoß genau lothrecht in der Richtung seiner Achse auf ihn wirken zu lassen, zu. Die fast unvermeidlich schiefe Richtung des Stoßes verursacht ein Schwanken des Pfahls, welche seine Federkraft vermehrt, und die Wirkung des Stoßes um eben so viel vermindert.

Aus Mariotte's Versuchen geht hervor, daß der Stoß eines 2 Pfund 2 Unzen schweren Körpers, der 7 Zoll hoch herabfällt, dem Drucke eines Gewichts von 400 Pfund gleich zu achten ist. Daher wird dasselbe Gewicht von 2 Pfund 2 Unzen bei 4 Fuß Fallhöhe, wie gewöhnlich beim Rammen, nach dem Verhältnisse der Fallhöhen 2742⅞ Pfund Druck her-

*) Diese beiden letzten Behauptungen sind nicht richtig, worüber man Eytelwein's angeführte Wasserb. 3tes Heft §. 137 — 145 nachsehen kann. Anm. d. Ueb.

**) Die Jochpfähle der alten hölzernen Brücke bei Saumur.

vorbringen, und ein 600 Pfund schwerer Bär mehr als 773000 Pfund, wenn der Pfahl wirklich oder scheinbar zum Stehen gekommen ist, indem, so lange der letztere noch zieht, ein Theil des Stoßes verloren geht.

Bei Bauten muß der Widerstand immer größer als der Druck sein. Wird der erstere doppelt so groß angenommen, als der letztere, so wird nach solchen Rammschlägen ein Grundpfahl mehr als 380000 Pfund tragen können, vorausgesetzt, daß er dazu an und für sich selbst auf die Länge fest genug sei, und nicht, wie dies oft genug der Fall ist, durch den Druck gespalten werde.

Es ist weiter oben aus einander gesetzt worden, daß ein 9 Zoll starker Grundpfahl, welcher 3 Fuß lang aus dem Boden steht, nur ohngefähr 111000 Pfund tragen kann. Ein Grundpfahl von 1 Fuß mittlerem Durchmesser, also einer der stärksten, die man unter Mauerwerk gebraucht, würde nach dem Verhältnisse des Würfels seines Durchmessers zu dem des erstern ohngefähr 264000 Pfund tragen können, so daß mit einem 600 Pfund schweren Bäre mehr Druck auf einen Pfahl hervorgebracht werden kann, als die Last ausübt, welche er tragen soll.

Die kleinen Grundpfähle werden mit der Zugramme eingeschlagen, die großen Grundpfähle und die Langpfähle besser mit der Kunstramme. Bei der erstern ist die Fallhöhe des Bärs ohngefähr 4 Fuß, und bei der Kunstramme 4 bis 12 Fuß, also 8 Fuß im Durchschnitte.

Will man nun wissen, wie schwer der Bär, und wie groß seine Fallhöhe sein muß, um auf einen Lang- oder Grundpfahl, der bereits zum Stehen gebracht ist, einen Druck hervorzubringen, der doppelt so groß als die Last ist, welche derselbe tragen kann, so nehme man den Bär nur 1 Pfund schwer an, wo dann der Druck, den derselbe ausüben wird, nach Herrn Mariotte's vorangeführtem Versuche, für seine Fallhöhe an der Zugramme 1290 Pfund, und an der Kunstramme 2580 Pfund groß sein wird. Dies macht die zu führende Rechnung sehr leicht; man braucht nämlich nur das Gewicht, welches ein Grundpfahl von mittlerer Stärke im Fall des Gleichgewichts tragen kann, mit 1290 zu dividiren, oder mit 2580, wenn von einem starken Grundpfahle oder einem Langpfahle die Rede ist, der mit einer Kunstramme geschlagen werden soll, deren Bär zweimal so hoch herabfiele, um den Widerstand auch in allen Fällen doppelt so groß als den Druck zu erhalten.

So ist z. B. eben angeführt worden, daß ein 12 Zoll starker Pfahl 264000 Pfund tragen kann. Dividirt man das Doppelte dieses Gewichts mit 1290, so findet sich das Gewicht des Bärs, der hierzu an der Zugramme nöthig ist, 409 Pfund; allein wegen der

verschiedenen Reibungen, und wegen des Verlusts an Kraft durch die Bewegung, welche der Pfahl dem ihn umgebenden Erdreiche auf eine gewisse Weite mittheilt, worauf Herr Mariotte bei seinem Versuche nicht hat Rücksicht nehmen können, muß der Bär wenigstens 600 Pfund schwer sein.

Bei Anwendung dieser Rechnung würde man auch einen für eine Kunstramme zu schwachen Bär erhalten, sowohl aus dem schon angeführten Grunde, als auch wegen der großen in Bewegung zu setzenden Masse des Pfahls, der schiefen Richtung des Stoßes, der Schnellkraft und des Schwankens, wovon oben die Rede gewesen: was alles physikalische Umstände sind, welche nicht gut in Rechnung gebracht werden können. Daher müssen in einem solchen Falle Rammbäre von 1200 Pfund und mehr genommen werden, je nach dem, was die örtlichen Verhältnisse und die Erfahrung an die Hand geben.

Es ist bekannt, wie schwer und wahrscheinlich sogar unmöglich es sei, auf mathematischem Wege irgend ein Verhältniß zwischen todten und lebendigen Kräften, z. B. zwischen dem bloßen Drucke und dem Stoße, wie hier eben versucht worden, aufzufinden. Auch ist dies nur auf physikalischem Wege und nach Versuchen geschehen, um ohngefähr zu bestimmen, wie groß es angenommen werden könnte. Indessen wird man daraus nichts schließen, was auf die Festigkeit Einfluß hat, wenn die Pfähle mit einem Bäre von angemessener Schwere so lange gerammt werden, bis sie auf festem Boden stehen und nicht mehr ziehen, wie vorhin schon anempfohlen worden, und wenn die auf die Pfähle zu bringende Last die Hälfte oder den dritten Theil von dem, was sie tragen könnten, nicht überschreitet. Dies letztere Gewicht soll nun hiernach in Bezug auf die Stärke der Pfähle angegeben werden, und zwar besser als durch die hiervor angeführten Versuche, die alle mit zu kleinen Hölzern und Gewichten angestellt worden sind.

Der Mittelpfeiler der neuen steinernen Brücke bei Tours, welcher zwei 75 Fuß weite, bis auf den dritten Theil dieses Maaßes gedrückte Bogen trug, und sich am 28sten August 1777 plötzlich um 4 Fuß 8 Linien im Durchschnitte gesenkt hatte, stand auf 65 eichenen, 7 Fuß 6 Zoll langen, im Durchschnitte 9 Zoll starken Grundpfählen, welche nach einer Richtung 3 Fuß 10 Zoll, nach der andern 3 Fuß 9 Zoll von Mitte zu Mitte von einander entfernt standen, mit der Spitze ohngefähr 6 Zoll tief in den härtesten Boden gedrungen waren, mit dem obern Ende aber frei standen, und nicht vom Erdreiche gehalten wurden, und dies letztere wahrscheinlich auf die ganze Höhe, um welche sich der erwähnte Pfeiler gesenkt hatte.

Digitized by Google

Durch das Visitireisen, und aus den abgebrochenen Stücken von mehreren äußeren Pfählen, welche beim Senken des Pfeilers herausgegangen waren, fand sich, daß alle diese Pfähle durch eine zu große Belastung zerbrochen und umgelegt worden sind, und zwar in dem Augenblicke, wo das Mauerwerk in den obern Theilen der auf dem Pfeiler liegenden Bogen beendigt wurde. Diese Belastung betrug nach angestellter Berechnung 10,006900 Pfund; nach Abzug von 70 Pfund für jeden Cubikfuß des am Tage des fraglichen Ereignisses im Wasser befindlich gewesenen Theils des Pfeilers.

Auf jedem Pfahle unter dem viereckigen Theile des Pfeilers lagen im Augenblicke vor dem Bruche ohngefähr 153900 Pfund.

Aus der im Anfange gegenwärtiger Abhandlung geführten Rechnung ergiebt sich, daß diese Pfähle, da sie 4 Fuß weit von einander standen, nur mit 62474 Pfund hätten belastet werden sollen, da dies die Hälfte von dem war, was nach der Annahme ihren Bruch hätte bewirken können, und diese Rechnung wird durch das eben angeführte merkwürdige Beispiel hinlänglich bestätigt.

Die Grundpfähle unter der Brücke bei Neuilli, zwischen deren Obertheilen der Raum mit Mauerwerk ausgeschlagen ist, und welche 12 Zoll im Durchmesser stark sind, tragen nur 105700 Pfund, und die unter der Brücke bei Orleans 104900 Pfund *), ob sie gleich ohne alle Gefahr für den jetzigen Augenblick eine größere Last hätten tragen können.

Man muß die Pfähle nicht ohne Noth frei stehen lassen; denn es verdient erwogen zu werden, daß nach einigen Jahrhunderten das Wasser, welches zwar das eingetauchte Holz vor Fäulniß sichert, diesem dennoch einen Theil seiner Stärke und Federkraft raubt, so daß es dann leicht ist, Fibern abzumachen und mit den bloßen Fingern zusammen zu drehen, während das Gewicht, welches auf die Grundpfähle drückt, seine ganze auf das Zerbrechen derselben wirkende Kraft behält.

Aus diesen Gründen werden 8 bis 9 Zoll starke Pfähle mit nicht mehr als 50000 Pfund, 1 Fuß starke höchstens mit 100000 Pfund, und so die andern im Verhältniß der Quadrate ihrer Durchmesser oder ihrer obern Queerschnitte belastet werden dürfen, ohne daß man jemals auf die Stärke Rücksicht nehmen dürfte, welche von der Bildung oder Federkraft ihrer Fibern im Augenblicke der Verwendung herrührt, da sonst, nach den angeführten Versuchen, die Widerstände im Verhältniß der Würfel der Durchmesser der Pfähle stehen müßten.

---

*) Jeder Bogen der Brücke bei Neuilli, von 120 Fuß Oeffnung, wiegt 14,275600 Pfund, und ruht auf 135 Grundpfählen.

Uebrigens wird auf den Widerstand des Erdreichs zwischen den Pfählen eben so wenig gerechnet werden dürfen, als auf den des Mauerwerks, womit weiter vorn angerathen worden, den Raum zwischen den Pfählen auf etliche Fuß hoch, bis zu dem Holzbelage, auf welchen das Mauerwerk der Brücken und anderer Gebäude angefangen werden soll, auszufüllen, da dies Erdreich, wenn es einen Pfahlrost erfordert hat, nicht fest genug sein wird, um die Last zu tragen, und angenommen, daß dies doch mit einem Theile desselben der Fall sei, hieraus nur einige Sicherheit mehr über die Festigkeit des Baues erhalten werden würde.

Von der genauen Bestimmung der Abmessungen, der Stellung und der Entfernungen der Lang- und Grundpfähle von einander, vom tüchtigen Rammen derselben, und davon, daß sie nur so stark belastet werden, als ihre Stärke und Bestimmung es erlauben, hängt die Festigkeit und die Dauer der Arbeiten ab, welche unter Wasser angelegt und gegründet werden sollen. Darum ist alles darüber zu Bemerkende genau angeführt worden, damit man um so mehr einsehe, wie nothwendig es sei, darauf Rücksicht zu nehmen, zumal bei großen Arbeiten, welche sehr dauerhaft ausgeführt werden sollen *).

Ueber die Aufstellung und Wegnahme der Lehrbogen bei Brücken, und die Veränderungen, welche an den Gewölben während ihrer Aufführung vorkommen **).

Die Erbauung großer Bogen, so wie der, welche bei mehreren seit etwa 30 Jahren in Frankreich erbauten Brücken ausgeführt worden sind, erfordert bei weitem mehr Sorgfalt, als die wenig gedrückter Bogen von gewöhnlicher Größe.

Außer von der Wahl der Materialien, der Genauigkeit beim Austragen der Lehrbretter, und der Sorgfalt, womit die Steine behauen und versetzt werden müssen, hängt das Gelingen der Ausführung solcher großen Bogen wesentlich von dem Verfahren bei Aufstellung und Wegnahme der Lehrbogen ab. Aus Mangel an gehöriger Aufmerksamkeit hier-

*) Alle vorstehende Berechnungen gewähren nicht hinreichende Sicherheit, und sind hier nur mit aufgenommen worden, um das dazwischen enthaltene Brauchbare nicht entweder wegzulassen, oder aus dem Zusammenhange zu reißen. Dagegen sehe man hierüber den schon erwähnten Anhang.

Anm. d. Ueb.

**) Vorgelesen bei Wiedereröffnung der Akademie der Wissenschaften am 21sten April 1773.

hierauf haben sich schon öfter Gewölbe verschoben, und sind sogar schon mehrere Bogen eingestürzt. Diese Betrachtungen, welche Arbeiten von der größten Wichtigkeit betreffen, schienen mir die Aufmerksamkeit der Akademie, des Publicums und der Künstler, welche Arbeiten dieser Art zu entwerfen und auszuführen haben, zu verdienen.

In gegenwärtiger Abhandlung werde ich aus einander setzen: 1) welches Verfahren bei der Anfertigung von Lehrbogen zu steinernen Brücken mir am passendsten zu sein scheint;

2) was für Veränderungen in den Gewölben während ihrer Erbauung Statt finden: ein wichtiger Gegenstand, über welchen noch nichts geschrieben ist;

3) welches Verfahren ich bei Einnahme der Lehrbogen zu den größten Gewölben mit günstigem Erfolge angewandt habe.

Aufstellung der Lehrbogen.

Zur Erbauung steinerner Brücken im Allgemeinen gebraucht man einen Holzverband, welcher Lehrbogen genannt wird, und stark genug sein muß, um die Gewölbe bis zur Einbringung des Schlußsteins tragen zu können. Dieser Holzverband besteht aus einzelnen lothrecht stehenden Wänden oder Curven, welche gewöhnlich 6 bis 7 Fuß weit von einander zu stehen kommen, und aus waagerecht liegenden sogenannten Schalhölzern, welche dazu bestimmt sind, über ihrer Mitte eine Reihe Gewölbsteine von einer Curve bis zur andern zu tragen. Unter diese Schalhölzer legt man starke Keile, und darauf wieder kleinere, um jede Reihe Gewölbsteine so hoch stellen zu können, als die Krümmung des Bogens erfordert. Die Curven werden hernach durch waagerecht liegende Zangen *) und Riegelhölzer **) mit einander verbunden und mit Streben von beiden Seiten versehen, damit sie sich nicht seitwärts verschieben können.

Zu die Curven kommen gewöhnlich waagerecht liegende Verbandstücke, die man Spannriegel nennt, Hängebänder, einfache und doppelte Hängesäulen, und Drempel, welche sämmtlich in einander verzapft und mit einander verbolzt werden. In den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1767 befinden sich Zeichnungen von einer solchen Curve zu einem Bogen von 60 Fuß Oeffnung im vollen halben Kreise, und zu einem gedrückten von gleicher Weite, welche von Hrn. Pitot mitgetheilt worden sind. Die Spannriegel,

*) Zangen bestehen aus 2 Stücken, welche andre Hölzer ganz und gar umfassen.

**) Riegelhölzer sind nur einfach und nur um einige Zolle über die Stücke, welche sie halten sollen, übergeschnitten.

und selbst die Hängebänder, sollen nach diesen Zeichnungen von der Seite belastet werden; allein dies ist die unvortheilhafteste Art, die Lage der Verbandstücke anzuordnen, so daß der körperliche Inhalt der letztern nothwendig vergrößert werden muß, wenn sie im Stande sein sollen, eine eben so große Last, als in einer andern Lage, zu tragen.

Wenn sich die Curven nur gegen die Stirn- und Mittelpfeiler der Brücken stemmen, so nennt man sie gesprengt. Dann kann jeder Stützpunkt durch ein einziges Verbandstück gebildet werden, welches Widerlagssäule genannt wird, anstatt daß sich die Curven auf mehrere Reihen Pfähle legen, welche Einrichtung oft genug angewandt worden ist.

Die Zapfen und Zapfenlöcher schwächen das Holz, und müssen dadurch vermieden werden, daß man die Hauptstücke der Curven, die Hängebänder, in mehreren verschiedenen Reihen über einander so in Verband bringt, daß die Enden in je einer Reihe auf die Mitten der Bänder in der zunächst darüber folgenden treffen, und daß immer ein Band in der untern Reihe mit zweien in der zunächst darüber folgenden ein Dreieck bildet, dessen Grundlinie die ganze Länge des untern Bandes, und dessen Schenkel die Hälften zweier Hängebänder der nächst folgenden obern Reihe sind. Die Hauptverbandstücke müssen in der Mitte und an den Enden durch Zangen verbunden und mit diesen verbolzt werden.

Dieser Verband in den Curven, welcher von Hrn. Mansard von Sagonne bei der Brücke bei Moulins angewandt worden, hat mir am passendsten geschienen, und ich habe ihn angenommen, jedoch viel überflüssiges Holz weggelassen.

Die Lehrbogen setzen sich nach dem Richten, und außerdem noch unter der Last der Gewölbe während der Aufführung der letztern, theils weil die Holzfasern zusammengedrückt werden, theils weil sich die Hängebänder etwas krümmen, weshalb sie auf der Zulage etwas höher gemacht werden müssen, als die Bogen eigentlich werden sollen, und zwar um so viel, als das Setzen nach der Erfahrung betragen kann.

Ich werde nunmehr die Hauptabmessungen und den Verband der Curven, welche ich zu Bogen von 60, 90 und 120 Fuß Oeffnung habe anfertigen lassen, und zugleich das Ergebniß der hierbei angestellten Beobachtungen angeben.

Bogen von 60 Fuß Oeffnung *).

Der mittelste Bogen der Brücke bei Cravant über die Yonne von 60 Fuß Weite und 20 Fuß Höhe, von der Oberkante der Widerlager bis zum Schlußsteine, ist nach meinen Zeichnungen auf einem Lehrbogen erbaut worden, welcher aus 5 gesprengten Curven bestand, die

*) Siehe Taf. 50.

5½ Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt waren, wobei jede Curve 3 Reihen Hängebänder enthielt, nämlich die oberste und die unterste jede 5, und die mittelste 4 Stück. Diese Reihen von Hängebändern lagen über einander, bildeten Dreiecke, und waren durch Zangen mit einander verbunden, wie ich vorher aus einander gesetzt habe. Jedes Hängeband war 15 oder 18 Fuß lang, 8 Zoll und 9 Zoll stark. Die einzelnen Stücke, aus denen die Zangen bestanden, waren eben so stark und 7′ und 7½′ lang. Die Schalhölzer waren 4 Zoll und 5 Zoll stark. Der Cubikfuß Stein, so zu diesem Brückenbau verwandt worden, wog 176 Pfund, und der Bogen war im Schlusse 4 Fuß stark. Es wurde hierbei die Bemerkung gemacht, daß das Holz schwach war, und es ist anzurathen, bei einem solchen Gewölbe die Hängebänder und Zangen wenigstens 10 Zoll stark zu machen, oder die Curven nur 4′ weit von einander zu stellen.

Bogen von 90 Fuß Oeffnung *).

Die St. Edmunds-Brücke bei Nogent an der Seine, welche im Jahre 1769 beendigt worden, ist 90 Fuß weit, und von der Oberkante der Widerlager bis zum Schlußsteine 26 Fuß hoch. Der Lehrbogen derselben bestand aus 5 gesprengten Curven, welche 7 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt waren, und wie die bei der vorigen Brücke aus 3 Reihen Hängebändern bestanden. Die unterste und die oberste Reihe enthielten jede 5, und die mittlere 4 Stücke, resp. 18 Fuß, 20 Fuß und 22 Fuß lang, und 14 Zoll und 16 Zoll stark. Die Stücke, aus denen die Zangen bestanden, waren eben so stark als die Bänder, und 7 Fuß und 8 Fuß lang. Die Schalhölzer waren 6 Zoll und 7 Zoll stark.

Diese Lehrbogen waren außerordentlich stark. Ich bin überzeugt, daß die Hängebänder nach meinem Anschlage nur 12 Zoll und 15 Zoll stark hätten sein können, anstatt daß sie 14 Zoll und 16 Zoll stark waren, weil der Unternehmer das Holz so verwandte, wie er es im Walde fand.

Der Cubikfuß von dem zum Baue dieser Brücke verwandten Sandsteine wiegt 180 Pfund, und der Bogen ist im Schlusse 4 Fuß 6 Zoll stark.

Bogen von 120 Fuß Oeffnung **).

Jeder von den fünf Bogen der neuen steinernen Brücke bei Neuilli, von 120 Fuß Weite, 30 Fuß Höhe von der Oberkante der Widerlager bis unter den Schlußstein, und

*) Siehe Taf. 51.

**) Siehe Taf. 52.

45 Fuß Breite, iſt auf 8 geſprengten Curven, welche 6 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt waren, aufgeführt. Jede Curve beſtand aus 4 Reihen Bändern, deren Stöße gewechſelt waeen, und welche Deeiecke mit einander bildeten, wie die bei den vorigen Bogen. Die unterſte Reihe beſtand aus 8 Stücken, die zweite und die vierte jede aus 7, und die dritte aus 6 Stücken, welche ſämmtlich von 19 bis 24 Fuß lang, und 14 und 17 Zoll ſtark waren. Die 13 doppelten Hängeſäulen beſtanden jede aus 2 Stücken von 9 bis 10 Fuß Länge und 14 und 15 Zoll Stärke. Sämmtliche Curven waren mit 5 Zangen von 9 und 15 Zoll Stärke, und 8 Stück 9 Zoll ſtarken Riegelhölzern mit einander verbunden. Die Schalhölzer waren 7 und 8 Zoll ſtark; die Keile, welche darunter gelegt wurden, 6 und 7 Zoll, und die, auf welchen die Steine verſetzt wurden, ohngefähr 2 Zoll hoch, ſo daß zwiſchen der Oberkante der Curven und dem Gewölbe 17 bis 18 Zoll Zwiſchenraum blieb, da es nöthig war, denſelben wenigſtens doppelt ſo hoch zu machen, als die Schalhölzer. Dieſe Höhe hat während des Verſetzens der Gewölbſteine im obern Theile des Bogens ſogar noch um 6 bis 8 Zoll durch Verſtärkung der Keile vermehrt werden müſſen, da ſich die Lehrbogen um ſo viel ſetzten.

Die Lehrbogen in der mittelſten Oeffnung der neuen Brücke bei Mantes, von ebenfalls 120 Fuß Weite, waren auch geſprengt, und den Verbandſtücken hatte ich dieſelbe Lage und faſt dieſelbe Stärke, als denen zur Brücke bei Neuilli gegeben.

Die Steine zu dieſer letztern Brücke und der bei Mantes ſind großentheils aus einerlei Steinbruche bei Saillancourt in der Nähe von Meulan. Der Cubikfuß wiegt 165 Pfund, jedoch aus mancher Bank etwas mehr, aus mancher etwas weniger. Die Gewölbe ſind im Schluſſe 5 Fuß ſtark.

Zur größern Deutlichkeit deſſen, was ſo eben über die Curven zu den Bogen von den verſchiedenen angegebenen Größen geſagt worden, iſt von jeder ſolchen Curve eine Zeichnung beigelegt.

Veränderungen, welche an den Gewölben während des Baues Statt finden.

Die erſten Schichten Gewölbſteine können ohne Lehrbogen verſetzt werden, bis ſie anfangen, von denen zunächſt darunter abzugleiten. Dies geſchieht ohngefähr bei derſelben Neigung, bei welcher die Steine von einem geſchnittenen, aber nicht gehobelten Stücke Holz abgleiten, wie ich in einer Abhandlung, welche unter denen der Akademie vom Jahre 1769 enthalten iſt, angeführt habe, nämlich dann, wenn die obere Fläche dieſer Steine

mit einer waagerechten Ebene einen Winkel von 39 bis 40 Grad macht, während der Reibungswinkel für polirte Flächen und kleine Massen nur 18° 20′ groß ist. Ich sage für kleine Massen, weil dieser Winkel für große Massen bis auf 4 Grad abnimmt, z. B. für Schiffe, die auf einer Ebene von dieser geringen Neigung ins Meer gelassen werden, wie ich in der gedachten Abhandlung angeführt habe.

Die Gewölbsteine, welche hierauf zu beiden Seiten versetzt werden, fangen an, auf die Lehrbogen zu drücken. Dieser Druck, welcher nach und nach zunimmt, bis der Schlußstein eingebracht ist, indem er verursacht, daß der untere Theil der Lehrbogen sich etwas senkt, strebt zu gleicher Zeit, den obern Theil derselben in die Höhe zu drängen, weshalb dieser letztere mit bereits zugehauenen Gewölbsteinen belastet wird, welche dann zu den obern Theilen der Gewölbe verwendet werden, und zwar immer so wie der Bogen in die Höhe kommt, um die Curven niederzudrücken, und zu verhindern, daß sie sich nicht in die Höhe heben.

Bei einem Bogen von 60 Fuß Weite betrug diese Belastung 67500 Pfund, während auf jeder Seite 13 Reihen Gewölbsteine, also der 7te Theil der ganzen erforderlichen Anzahl, versetzt war. Die Lehrbogen waren nicht überhöhet worden, und senkten sich wenig unter der Last des Gewölbes.

Das ganze Gewicht des Gewölbes vor Einbringung des Schlusses belief sich ohngefähr auf 1,350000 Pfund, und können von demselben nach der von Hrn. Couplet angestellten, in den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1729 enthaltenen Berechnung $\frac{4}{9}$ oder ohngefähr 600000 Pfund für die Belastung des ganzen Lehrbogens, und ohngefähr 120000 Pfund als die jeder Curve angenommen werden.

Die Belastung des obern Theils der Lehrbogen bei 90 Fuß Weite betrug 350000 Pfund, wobei gerade die 15te Schicht Gewölbsteine auf jeder Seite eingebracht wurde, so daß beinahe der 6te Theil der ganzen Anzahl versetzt war. Die Lehrbogen, welche nur 3 Zoll höher gemacht worden waren, als zur reinen Gewölblinie nöthig gewesen wäre, setzten sich anfänglich unter dieser Last um 2 Zoll, und gingen hernach wieder um 1 Zoll in die Höhe, als die 20ste Schicht Gewölbsteine auf jeder Seite versetzt wurde, indem sie sich in den untern Theilen etwas platt drückten. Als 3 Viertel des Gewölbes fertig waren, setzten sich die Lehrbogen noch um $1\frac{1}{2}$ Zoll, blos weil sich das Holz in einander drückte, ohne daß man bemerkt hätte, daß die untern Theile auswärts gewichen wären, und nur noch um 3 Linien mehr als die ganze Last darauf lag, so daß überhaupt von der ganzen Ueberhöhung der Lehrbogen von 3 Zoll nur noch 3 Linien übrig waren.

Digitized by Google

Die ganze vor Einbringung des Schlusses auf die Lehrbogen wirkende Last betrug, wie vorher gerechnet, 1,245000 Pfund, wobei auf jede Curve 249000 Pfund kamen.

Bei den 120 Fuß weiten Bogen der Brücke bei Neuilli ist der obere Theil der Curven zu Ende des Jahres 1771 mit 52 Wölbsteinen, jeder 5000 Pfund schwer, also überhaupt mit 260000 Pfund, belastet worden. Unter dieser Last haben sich die Bogen nur um 9 Linien heruntergegeben, und den ganzen Winter über nicht weiter. Zu dieser Zeit waren auf jeder Seite jedes Bogens 19 Schichten Wölbsteine eingebracht.

Am 7ten Julius 1772 waren die obern Theile der Curven am stärksten belastet, nämlich mit 186 Gewölbsteinen, welche zusammen etwa 930000 Pfund wogen, außer daß zu dieser Zeit auf jeder Seite 46 Schichten Gewölbsteine eingebracht waren. Die Bogen setzten sich hierbei nur überhaupt um 19 Linien.

Am 26sten desselben Monats wurden die Schlußsteine eingebracht, und zu dieser Zeit hatten sich die Bogen, welche sich unter der Last der letzten 20 Schichten Gewölbsteine bemerkbar von Tage zu Tage mehr zusammengedrückt hatten, überhaupt um 13 Zoll 3 Linien gesetzt.

Vor Einbringung der Schlußsteine drückten auf jeden Lehrbogen ohngefähr 2,400000 Pfund, und auf jede der 8 Curven 300000 Pfund.

Dies unvermeidliche Setzen der Curven verursacht, daß sich zuerst die obern Theile der Fugen zwischen den Gewölbsteinen in der Gegend des Loths durch den Anfang des Bogens öffnen, zumal wenn der letztere weit ist, und dann nach und nach die immer weiter nach oben folgenden, so wie mehr Schichten eingebracht werden, so daß Personen, welche Bauten dieser Art nicht kennen, fürchten, daß diese Erscheinung Folge eines Mangels an Sorgfalt sei, welcher der Festigkeit des Baues Eintrag thun könnte; allein diese Fugen geben sich nach Einbringung der Schlußsteine wieder zusammen, und werde ich die hierüber nöthigen Erläuterungen zu Ende gegenwärtiger Abhandlung geben, wenn ich von der Einnehmung der Lehrbogen sprechen werde.

Bei dem Bogen von 60 Fuß Weite bemerkte man diese Veränderung erst, als die 18te Schicht Gewölbsteine auf jeder Seite eingebracht wurde, und ihre Wirkung war nur unbedeutend.

Als der 90 Fuß weite Bogen auf jeder Seite bis zur 20sten von den 95 Schichten, aus denen er überhaupt bestand, aufgeführt war, öffneten sich die Fugen oberhalb der 15ten Schichten bis auf 9 Linien, und gingen durch die Hintermauerung bis zum Lothe durch den Anfang des Bogens auf jeder Seite, wodurch die hintere Seite der Gewölbsteine

sich in senkrechter Richtung bis zur 7ten Schicht von den waagerecht durchlaufenden Schichten in den Stirnpfeilern ablöste.

Einige Zeit nachher, als diese Fugen angefangen hatten, sich wieder zu schließen, öffneten sich andere auf der äußern oder obern Seite von der 26sten bis zur 30sten Schicht Wölbsteine, jede auf jeder Seite des Gewölbes um etwa eine Linie.

In den Bogen der Brücke bei Neuilli, den Stirnpfeilern zunächst, öffneten sich die Fugen in der äußern Wölbung von der 11ten bis zur 36sten Schicht auf jeder Seite von ¼ Linie bis zu 2 und 3 Linien, ausgenommen die zwischen den 26sten und 27sten Schichten, die sich in dem Bogen am Stirnpfeiler auf der Seite nach Neuilli zu um 10, und in dem am andern um 6 Linien aus einander gaben, alles nach den gedachten Stirnpfeilern zu. Bei den übrigen Bogen waren diese Oeffnungen weniger groß.

Wenige Zeit nach Einbringung der Schlußsteine öffneten sich die Fugen auf der Seite der innern Wölbung von der 36sten Schicht auf jeder Seite an bis zur 56sten am Schlusse, und zwar von ¼ Linie bis zu 1 Linie, aber nur eine, zwei, höchstens drei in jedem Bogen.

Bei der Brücke bei Mantes, deren mittelster Bogen, wie vorher angeführt, 120 Fuß weit, und 35 Fuß bis zum Schlußsteine hoch ist, hatten sich die Fugen beinahe eben so wie die an der Brücke bei Neuilli aufgegeben.

Einnehmung der Lehrbogen.

Um das Setzen der Gewölbe zu vermindern, und die Einnehmung der Lehrbogen zu erleichtern, ist es bis jetzt gebräuchlich gewesen, eine gewisse Anzahl von den obersten Gewölbsteinschichten trocken zu versetzen, sie mit hölzernen Keilen, welche mit Schlägeln zwischen mit Seife bestrichenen Latten eingetrieben werden, fest zusammenzuziehen, und hernach erst mit Mörtel von Kalk und Cement zu vergießen und zu verstreichen. Indessen ist dies bei der Brücke bei Neuilli nicht geschehen, da ich glaubte, daß der Stoß von solchen Schlägeln bei so großen Massen wenig Wirkung auf das Zusammentreiben der Wölbsteine unter einander haben könnte, da jeder einzelne von den letztern wenigstens 5000, zuweilen sogar 8000 bis 10000 Pfund wog, und weil ich außerdem noch fürchtete, daß die Gewölbsteine zerbrechen möchten, wie dies bei andern Brücken der Fall gewesen ist, wenn die Keile eingetrieben worden sind, die oft in schiefer Richtung wirken, da es äußerst schwierig ist, sie genau gegen einander über einzusetzen.

Digitized by Google

Einige Baumeister haben die Gewohnheit, die Lehrbogen so lange stehen zu lassen, als möglich; andere lassen sie sogleich, nachdem der Schluß eingebracht ist, wegnehmen.

Hat man zu Ende der Bauzeit noch Zeit genug übrig, so thut man wohl, einen Monat oder 6 Wochen zu warten. Allein die Klugheit erfordert, die Lehrbogen nicht eher wegzunehmen, als bis der Mörtel in den Fugen der letzten Schichten Gewölbsteine so fest geworden ist, daß man nur mit Mühe eine Messerklinge hineinbringen kann, und dies geschieht in weniger als 14 Tagen oder 3 Wochen, zumal wenn der Stein trocken und porös genug ist, um die Feuchtigkeit aus dem Mörtel bald aufnehmen zu können.

Die Einnehmung der Lehrbogen unter der Brücke bei Cravant wurde 50 Tage nach Einbringung des Schlusses angefangen, und diese Arbeit in wenigen Tagen beendigt. Der Bogen hat sich hierbei aber nur unmerklich gesetzt.

Die Furcht, in der späten Jahreszeit vom großen Wasser überrascht zu werden, zwang mich, mit Einnehmung des Lehrbogens unter der Brücke bei Nogent an der Seine drei Tage nach Einbringung des Schlußsteins anzufangen. Diese Zwischenzeit war benutzt worden, um zwischen die 13 obersten Schichten Gewölbsteine Keile zu treiben, und die Fugen zu vergießen und zu verstreichen. Der Mörtel hätte zwar bei dieser Brücke mehr Zeit gebraucht, um etwas fest zu werden, da der dazu gebrauchte Sandstein sehr hart war; aber da ich das anzuwendende Verfahren für sehr sicher hielt, so glaubte ich in Bezug auf die Krümmung des Bogens und die Dauerhaftigkeit der Arbeit nichts zu wagen, und daß sich das Gewölbe nur etwas stärker setzen würde, was sogar nützlich war, um etwas niedrigere Auffahrten zu erhalten.

Diese Lehrbogen wurden in 5 Tagen eingenommen, und zwar auf dieselbe Art, als weiter unten in Betreff der Brücke bei Neuilli beschrieben werden wird, auf welche übrigens auch die Lehrbogen der Brücke bei Cravant eingenommen worden sind.

Die Curven, welche von der Last des Gewölbes nur um 2 Zoll 9 Linien zusammengedrückt worden waren, gingen nach Wegnahme der Schalhölzer und der Spreißen unter den Wölbsteinen wieder um 2 Zoll in die Höhe, weil nun die Federkraft des Holzes wieder frei wirken konnte.

Am zweiten Tage wähtend der Einnehmung der Lehrbogen gaben sich die Fugen, welche sich im untern Theile des Gewölbes, wie vorher angeführt, aus einander gegeben hatten, um 2 Linien zusammen; am dritten Tage war die größte Fuge auf der Seite nach der Stadt zu noch 3 Linien groß; 12 Stunden nach Wegnahme aller Schalhölzer schlossen sich

diese

diese großen Fugen auf der Seite nach der Stadt zu gänzlich, und bis auf 2 Linien auf der andern Seite; auch die im obern Theile des Gewölbes zogen sich zusammen.

Der Bogen setzte sich 45 Tage lang, und zwar überhaupt 12 Zoll 6 Linien im Schlusse, und in den übrigen Wölbsteinen bis zur 17ten Schicht verhältnißmäßig weniger. Unterhalb dieser letztern Schicht hob sich die Krümmung wieder um so viel, als sie während des Baues auf den Lehrbogen niedergegangen sein konnte, und dies ist im Ganzen mit so viel Regelmäßigkeit geschehen, daß die Krümmung jetzt sehr angenehm ins Auge fällt, und überall stetig fortläuft. Die einzige Folge war, daß zum obern Theile des Bogens ein Halbmesser von 123 Fuß Länge gehört, anstatt daß dieser Halbmesser nach der Lehre vor dem Setzen nur 100 Fuß enthalten sollte. Im ersten Jahre hat sich der Bogen noch um 15 Linien gesetzt, also bis jetzt überhaupt um 13 Zoll 9 Linien im Schlusse.

Um diese Veränderung der Krümmung bemerkbarer zu machen, und den Theil des Gewölbes, welcher die Stirn- und Mittelpfeiler umzuwerfen strebt, von dem zu unterscheiden, welcher diesem Drucke mit zu widerstehen strebt, hatte ich vor Wegnahme der Lehrbogen auf die Gewölbsteine in den Häuptern von der Oberkante der 28sten Schicht auf der einen Seite zu der der eben sovielten Schicht auf der andern eine waagerechte Linie und andre schiefe auf die Stirnflächen der Hintermauerungen von den Endpunkten der gedachten waagerechten bis dahin ziehen lassen, wo die 7te Schicht mit der Flügelmauer an jedem Stirnpfeiler zusammentrifft.

Aus der Krümmung der waagerechten Linie ließ sich die Senkung der zugehörigen Gewölbsteine beurtheilen, indem man das, um was sich die Endpunkte derselben gesenkt hatten, hinzusetzte, welches nach einem festen Punkte, dessen Lage gegen die Linie vorher festgelegt war, bestimmt wurde.

Jede der schiefen Linien nahm eine Krümmung mit einem Wendungspunkte an, so daß sie über dem 17ten Wölbsteine nach unten zu erhaben, und unter demselben nach unten zu hohl war. Die längste Ordinate des erhabenen Theils lag in der Mitte desselben, und war 6 Zoll 10 Linien lang; die im hohlen Theile lag am Ende des zweiten Drittels desselben von unten, und war 5 Zoll 6 Linien lang.

Dieser Wendungspunkt, in welchem sich die Kräfte trennen müssen, die in entgegengesetzter Richtung auf einander wirken, war übrigens schon durch die Fuge an dieser Stelle, welche sich geöffnet hatte, bezeichnet.

Der kleine Bogen endigt sich in der Oberkante des 17ten Gewölbsteins, enthält 50 Grad, und beträgt fast ganz genau den dritten Theil des halben Gewölbes.

Die Kenntniß dieſes Wendungspunktes iſt für die Theorie und die Berechnung des Schubes der Gewölbe ſehr wichtig, und mit ſolchen Beobachtungen über Bogen von verſchiedenen Weiten und Krümmungen wird man ſicherer gehen, als wenn man, wie die Herren de la Hire *), Couplet **) und von Aniſy, Formeln nach willkührlich angenommenen Sätzen aufſtellt, womit ſie ſich aus Mangel an ähnlichen Beobachtungen haben begnügen müſſen.

Jetzt bleibt mir noch die Beſchreibung der Wegnahme der Lehrbogen unter der Brücke bei Neuilli übrig, welche wegen der kühnen Bauart die größte Vorſicht erfordert hat.

Ich habe vorher angeführt, daß auf den Curven Schalhölzer auf Keilen liegen, welche die Gewölbſteine tragen. Dieſe Keile und Schalhölzer müſſen langſam und in einer gewiſſen Ordnung weggenommen werden, um die Curven außer Verbindung mit den Gewölben zu ſetzen, die dann frei ſtehen bleiben, ſo daß dann nur noch die Curven weggeſchafft oder umgeworfen werden müſſen, um die Einnehmung der Lehrbogen zu vollenden.

Ich habe ferner geſagt, daß man in jedem Gewölbe zwei Theile unterſcheiden müſſe, wovon der eine, der obere, zu ſinken, der andere, untere auf jeder Seite, dem erſtern zu widerſtehen ſtrebt, und nach Außen gedrängt wird. Zu dieſem letztern Theile auf jeder Seite müſſen die Steine gerechnet werden, welche vor Einbringung des Schluſſes den Lehrbogen nicht belaſten.

Herr Couplet hat bei Ausmittelung des Theils des Bogens, deſſen Wölbſteine vor Einbringung des Schluſſes nicht auf den Lehrbogen drücken, gefunden, daß derſelbe bei Bogen im vollen halben Kreiſe, und wenn die Gewölbſteine polirt wären und keine Reibung zwiſchen ihnen Statt fände, 30 Grad enthielt, alſo den 6ten Theil des Halbkreiſes, oder den 3ten Theil des halben Gewölbes.

Man hat geſehen, daß bei der Brücke bei Nogent an der Seine der nach Außen gedrängte Theil des Bogens, der alſo vor Einbringung der Schlußſteine nicht auf den Lehrbogen drücken konnte, ebenfalls $\frac{1}{3}$ des halben Gewölbes ausmachte.

Da die Häupter der Brücke bei Neuilli mit einem einzigen Halbmeſſer beſchriebene Bogen waren, welche von einer Art von Kuhhörnern unterſtützt wurden, ſo konnte hier der vorerwähnte Wendungspunkt nicht beobachtet werden; allein die größten Fugen haben gezeigt, daß über den 26ſten Schichten auf beiden Seiten der obere Theil des Bogens auf-

*) Abhandlungen der Akademie der Wiſſenſchaften, Jahrgang 1712.

**) Dergleichen, Jahrgang 1729.

hören müsse, welcher die untern zurückzudrängen strebt, und dieser Punkt liegt daher hier nur 2 Gewölbsteine tiefer, als die Mitte des halben Gewölbes, was für diese Bogen Herrn de la Hire's Annahme sehr nahe kommt.

Nach diesen Beobachtungen kann man daher ohne Sorge damit anfangen, alle Schalhölzer in den untern Theilen auf beiden Seiten wenigstens bis zu Ende des ersten Drittels des halben Gewölbes von unten an herauszunehmen, da, wenn die Schlußsteine eingebracht sind, diese Steine, anstatt auf die Lehrbogen zu drücken, durch die Last der obern Wölbsteine nach Außen gedrängt werden. Die Richtigkeit hiervon geht noch mehr daraus hervor, daß die Keile und Schalhölzer unter diesen untern Theilen der Bogen wenig fest halten, und daß mitunter einige davon schon von den Gewölben los sind, wenn man sie herausnehmen will.

Indessen müssen diese Schalhölzer langsam herausgenommen werden, so daß man dazu mehrere Tage anwendet, und an jedem Tage, und auch wieder zu gleicher Zeit, auf jeder Seite gleich viel wegzieht, damit die Curven, welche durch die auf ihren Scheiteln ruhende Last in den durch Wegnahme der Schalhölzer entstehenden leeren Raum gedrängt werden, den obern Theil des Gewölbes nur sehr langsam sinken lassen; denn man muß mit der größten Sorgfalt zu vermeiden suchen, daß so große Massen eine gewisse Geschwindigkeit annehmen. Nur durch Mäßigung dieser Geschwindigkeit bis zur gänzlichen Herausnahme aller Schalhölzer kann das Zerbrechen der Steine und die Gefahr verhütet werden, die bei einem andern Verfahren für die Erhaltung der Gewölbe selbst vorhanden wäre.

Aus diesen Gründen muß man, vorzüglich bei gesprengten Lehrbogen, die alte Gewohnheit verlassen, nach welcher immer ein Schalholz um das andere von beiden Seiten zugleich unter dem ganzen Gewölbe vorgezogen, und so immer wieder von neuem verfahren wurde, bis keine Schalhölzer mehr da waren; denn hierbei ließ man unter dem obern Theile des Bogens Stützpunkte, welche dem allgemeinen und gleichförmigen Setzen hinderlich waren, und oft scharfe Biegungen und Unregelmäßigkeiten in der Krümmung der Gewölbe veranlaßten, zumal bei großen Bogen, welche sogar bedeutendern Unglücksfällen ausgesetzt waren, wenn Fehler in der Bauart dazu kamen.

Nach den eben angegebenen Grundsätzen wurde am 14ten August 1772, 18 Tage nach Einbringung der letzten Schlußsteine der Brücke bei Neuilli, damit angefangen, die Schalhölzer in den unteren Theilen der Bogen herauszunehmen, dabei aber mit denen unter der 9ten Schicht Wölbsteine angefangen, da die vorhergehenden ohne Schalholz versetzt worden waren. Hierauf wurde bis zum 3ten September damit fortgefahren, die übrigen

Schalhölzer so herauszunehmen, daß jeden Tag auf jeder Seite gleich viel hinter einander weg von unten nach oben hervorgezogen wurden, mehrere Male aber diese Arbeit einige Tage lang ganz ausgesetzt blieb, so daß nach 19 Tagen kein Schalholz mehr unter den Bogen lag. Hierbei wurden Spreitzen oder kleine aufrecht stehende Holzstücke zwischen die Curven und die Gewölbe gebracht, um die Keile leichter herausschlagen und die obern Schalhölzer leichter vorziehen zu können, da man bemerkt hatte, daß sich die Curven vermöge der Federkraft des Holzes in die Höhe zu geben anfingen und die Arbeit erschwerten. Es blieben dann nur noch 7 Schalhölzer auf den Scheiteln der Curven liegen, die ich am letzten Tage wegnehmen ließ. Die Spreitzen wurden unter allen Bogen zugleich in weniger als einer Stunde herausgemeißelt. Die Zimmerleute fingen mit den Reihen Spreitzen an, welche am weitesten vom Schlusse abstanden, und gingen nach dem letztern zu, indem sie immer die nächstfolgenden höhern herausmeißelten. Als sie bis zur letzten Reihe gekommen waren, sprangen diese Spreitzen von selbst mit Gewalt aus einander, so daß jemand, welcher bei einem Bogen die Aufsicht über diese Arbeit führte, durch einen Splitter, der von einer solchen Spreitze ab- und ihm in die Seite gesprungen war, umgeworfen wurde. Die Curven, welche sich zu dieser Zeit um 19 Zoll gesetzt hatten, 6 Zoll nach Einbringung der Schlußsteine mit eingerechnet, während sie überhaupt nur 15 Zoll überhöhet worden waren, gaben sich um 5 Zoll 6 Linien wieder in die Höhe, und zwar fast ganz gleichförmig in allen Bogen, und heftig und mit Geräusch.

Am 18ten Julius, nach Einbringung der 45sten Schicht Wölbsteine auf jeder Seite, hatten sich die Curven erst um 19 Linien gesetzt, und nach Versetzung der 55sten Schichten unter der ganzen Belastung von 930000 Pfund um 7 Zoll 4 Linien. Nach Einbringung der 3 letzten Schichten, mit Einschluß des Schlusses, hatte sich der Bogen um 13 Zoll gesetzt.

Während die Schalhölzer ausgezogen wurden, senkten sich die Gewölbe noch um 6 Zoll; an dem Tage, an welchem die Spreitzen herausgeschlagen wurden, plötzlich noch um 18 Linien, und Tags darauf noch um 13 Linien. Gegenwärtig, wo das Pflaster und die Geländer auf die Brücke gebracht sind, haben sich die Bogen überhaupt um 9 Zoll 6 Linien gesetzt, und ich glaube, daß hierzu nicht mehr als ein Zoll kommen wird *).

Als der oberste mit dem längsten Halbmesser beschriebene Bogen nach dem Setzen der Gewölbe gemessen wurde, so fand sich, daß derselbe bei 33 Fuß Sehne von der Spitze eines

*) Die Bogen haben sich bis jetzt, 5 Jahre nach ihrer Vollendung, noch um 18 Linien gesetzt; und da aller Mörtel hart geworden ist, so läßt sich erwarten, daß dies nun nicht weiter gehen werde.

Kuhhorns zu der des andern noch 6 Fuß 9 Linien Höhe hatte, also zu einem Kreise von sehr nahe 244 Fuß Halbmesser gehört, woraus die vor Erbauung der Brücke bei Neuilli nicht bekannte Möglichkeit, mit Steinen von hinreichender Härte an einem schicklichen Orte Bogen im vollen halben Kreise, von noch einmal so viel Weite, als der gedachte Halbmesser Länge hat, also von beinahe 500 Fuß Oeffnung, zu bauen, hervorgeht.

Vor Einbringung der Schlußsteine streben, wie ich gesagt habe, die Fugen, sich zu öffnen, weil sich die Curven setzen, und deren Bewegung von den Widerlagssäulen an den Mittel- und Stirnpfeilern anfängt, und nach oben zu größer wird; aber wenn die Bogen geschlossen und die Curven fast entlastet sind, so ändert sich die Ursache der Bewegung, und die Wirkung der Wölbsteine fängt im Schlusse an, und pflanzt sich in einer Richtung, die der der Bewegung der Curven entgegengesetzt ist, auf die Mittel- und Stirnpfeiler fort, welche die Gewölbe nach Wegnahme der Lehrbogen tragen sollen.

Diese letztere Bewegung der Wölbsteine strebt die Fugen zu schließen, welche sich während der Aufführung der Bogen geöffnet haben, und dies geschieht um so leichter, je besser die Curven durch ihre gute Verbindung und Stärke dem Drucke der Wölbsteine widerstanden haben.

Bei der Brücke bei Mantes wurde die Wegnahme der Lehrbogen am 10ten October 1764, 13 Tage nach Einbringung der Schlußsteine, angefangen, und in 10 Tagen beendigt. Funfzehn Monate nach Beendigung des Baues hatte sich der Bogen überhaupt 20 Zoll 7 Linien gesetzt, nämlich 12 Zoll auf den Curven vor Einbringung der Schlußsteine, und 8 Zoll 7 Linien seit dieser Zeit, also 2 Zoll 11 Linien weniger, als die Bogen an den Stirnpfeilern der Brücke bei Neuilli sich nach dem Schlusse gesetzt haben, angenommen, wie vorher gesagt, daß sich diese letztern Bogen noch um 1 Zoll setzen. Dieser Unterschied rührt wahrscheinlich daher, daß der mittelste Bogen der Brücke bei Mantes 5 Fuß weniger gedrückt ist, als die der Brücke bei Neuilli.

Bevor ich auf die Einnehmung der Lehrbogen der Brücke bei Neuilli zurückkomme, glaube ich bemerken zu müssen, daß man große Gewölbe auf gesprengten Lehrbogen aufführen muß, wenn sie nicht etwa zu flach sind, und daß diese Lehrbogen auf die beschriebene Art eingenommen werden müssen, weil bei diesem Verfahren die Gewölbe von den Lehrbogen getragen werden, ohne ihre gehörige Krümmung verlieren zu können, und die Wölbsteine sich nach und nach unmerklich an einander schließen, so wie die Curven schwächer werden, indem sie ihr n Stützpunkt verlieren, was der Fall ist, wenn die Schalhölzer aus den untern Theilen der Gewölbe weggenommen werden, gegen welche die Curven sich vorher stemmten,

und dadurch die Gewölbe sich unmerklich so lange senken, bis sie sich fast allein erhalten, und zwar auf eine solche Weise, daß man beim Herausmeißeln der Spreißen deutlich bemerkt, daß die Curven die Gewölbe fast gar nicht mehr tragen, und ohne die Federkraft des Holzes, die sie wieder in die Höhe treibt, davon losgegangen sein würden.

Da der König gewünscht hatte, der Einnehmung desjenigen Theils der Lehrbogen der Brücke bei Neuilli beizuwohnen, der ohne Gefahr für die Festigkeit der Bogen in so kurzer Zeit, als er diesem Schauspiele widmen konnte, einzunehmen möglich, und hierzu der 22ste September 1772 bestimmt worden war, so hatte man das Umwerfen der Curven auf diesen Tag verspart, nachdem die Zangen, die Riegelhölzer und die Streben, welche hierbei hinderlich gewesen wären, und 3 Curven in jedem der 2 Bogen auf der Seite nach Puteaux zu, um den hierdurch gehenden Arm des Flusses nicht zu sehr zu versperren, abgetragen worden waren.

Vor jedem Brückenbogen hatte ich zwei Erdwinden angebracht, und eben so viel hinter jedem von den 2 Bogen auf der Seite nach Puteaux zu, die letztern, damit 2 Curven auf diese Seite fallen sollten, während die übrigen Curven unter diesem Bogen und den übrigen in die Insel fallenden mit den Erdwinden umgeworfen werden sollten, welche für jeden Bogen auf der Seite angebracht waren, auf welcher der Platz für den König zubereitet worden war. Das Tauwerk war in den Scheiteln der Curven angebracht, und ging an jedem Ende durch einen Kloben mit 2 Rollen. Jede Winde wurde von 8 Mann durch Arme auf Trommelschlag umgedreht, und die Curven in weniger als $3\frac{1}{2}$ Minuten umgeworfen.

Durch den Sturz der ungeheuren Masse von Holz, welche für jeden Bogen wenigstens 720000 Pfund wiegen mußte, spritzte das Wasser als Schaum bis auf die Brücke. Man erblickte die Bogen freistehend, und das Publicum schien auf das lebhafteste eine angenehme Ueberraschung zu fühlen, welche wohl dem Umstande zugeschrieben werden mußte, daß das plötzlich umgeworfene Holzwerk noch einen Augenblick vorher zur Unterstützung eines so großen Gebäudes nöthig zu sein geschienen hatte.

Die beim Baue dieser Brücke, wobei ich von dem Brücken- und Wege-Ingenieur und General-Inspector des Pariser Pflasters, Herrn Chezy, aufs Beste unterstützt worden bin, getroffenen Vorsichtsmaaßregeln haben den schönsten Erfolg gehabt. Man sieht keinen zerbrochenen, ja nicht einmal einen abgestoßenen oder fehlerhaften Stein, und keine offene Fuge, was bei einem so bedeutenden Werke eben so sehr ein Glück als eine Seltenheit ist.

Digitized by Google

Ueber die Verminderung der Stärke der Mittelpfeiler, und die Krümmung, welche die Bogen erhalten müssen, damit das Wasser freier unter den Brücken durchströmen könne *).

Der Hauptzweck der vorliegenden Abhandlung ist, zu bestimmen, wie weit man die Stärke der Mittelpfeiler von Brücken, und die Masse eines Gewölbes durch die Gestalt des Bogens vermindern könne, um mit geringern Kosten leichtere Brücken zu bauen, die dem Wasser einen freieren Durchgang gestatten, ohne daß diese Abänderungen auf die Festigkeit einen nachtheiligen Einfluß hätten. Ich habe geglaubt, daß dieser Gegenstand die Theilnahme der Akademie erregen könne, die sich mit so vielem Erfolg mit der Beschreibung und Vervollkommnung der Künste beschäftigt.

Ich werde meine Abhandlung in zwei Abschnitte theilen. Im ersten soll die Rede von der Verminderung der Stärke der Pfeiler sein; im zweiten von der Krümmung, die die Gewölbe erhalten müssen, um den Inhalt des Mauerwerks derselben zu verringern.

Erster Abschnitt.

Die Mittelpfeiler müssen entweder so angesehen werden, als verträten sie die Stelle von Stirnpfeilern, oder es muß angenommen werden, daß immer der auf dieselben wirkende Seitenschub des einen Bogens durch den des folgenden wieder aufgehoben werde, und so immer fort bis zu den Stirnpfeilern. Im ersten Falle müssen sie so stark als die Stirnpfeiler selbst sein, um dem von den Wölbsteinen herrührenden Seitenschub, der sie umzuwerfen strebt, und um so größer wird, je flacher die Bogen und je höher die eigentlichen Pfeiler sind **), widerstehen zu können.

Im zweiten Falle muß es hinreichend sein, sie so stark zu machen, daß sie im Stande sind, das Gewicht der zwei Hälften der Bogen auf beiden Seiten zu tragen. Zuerst will ich zeigen, daß man die Mittelpfeiler weder gewöhnlich so stark macht, als die Stirnpfeiler, noch sie so stark zu machen braucht, und dann vorschlagen, sie noch schwächer als gewöhnlich anzulegen.

---

*) Vorgelesen bei Wiedereröffnung der Königl. Akademie d. Wissensch. am 12ten November 1777.

**) Unter „eigentliche Pfeiler" sollen die lothrechten Theile von der Oberkante des letzten Absatzes bis zum Anfange des Bogens verstanden werden.

Digitized by Google

Diejenigen, welche nicht an die Ersparung von Materialien denken, könnten die stärksten Mittelpfeiler als die festesten vorziehen. Allein dies wäre falsch, da durch Einschränkung des natürlichen Laufes eines Flusses seine Geschwindigkeit vermehrt wird, und hierdurch allein die gewünschte Festigkeit wieder verloren ginge, indem dann die Pfeiler unterwaschen werden würden. Dies ist ein Fehler, den man mehreren Brücken vorgeworfen hat, und welchem man den Einsturz der letztern zuschreiben kann, wie ich weiter unten zeigen werde.

Die besten Baumeister, und die, welche die größten Brückenbaue in und außer Frankreich ausgeführt haben, haben die Mittelpfeiler bei weitem nicht so stark gemacht, als die Stirnpfeiler; sie scheinen hierzu gute Gründe gehabt zu haben, die auch angegeben werden müssen.

Unter die stärksten Mittelpfeiler zu großen Bogen kann ich die zwei der Brücke bei Mantes, welche von dem damaligen ersten Brücken- und Wege-Ingenieur, dem jetzt verstorbenen Herrn Hupeau, gegründet worden sind, rechnen. Diese sind jeder 24 Fuß stark, um auf der einen Seite einen 120 Fuß weiten, 35 Fuß hohen, auf der andern einen 108 Fuß weiten, 33 Fuß hohen Bogen zu tragen. Indessen habe ich, als ich nach Hrn. Hupeau's Tode diese Brücke fertig baute, gesehen, daß diese Stärke noch nicht hinreichte, wenn die Pfeiler als Stirnpfeiler hätten gebraucht werden sollen.

Der Mittelpfeiler auf der Seite nach der Limay'schen Vorstadt zu wurde um ohngefähr 4 Zoll zurückgeschoben, als die letzten Gewölbsteine im Seitenbogen versetzt wurden, sogar noch vor der Hintermauerung, so daß ich an diesem Bogen zu arbeiten aufhören lassen und alle Arbeiter in den mittelsten Bogen nehmen mußte, um dem Seitenschube entgegen zu wirken. Wenn die Pfeiler für sich die Bogen hätten halten sollen, so hätten sie ohngefähr 30 Fuß stark sein müssen.

Die Mittelpfeiler der neuen Brücke bei Orleans, deren Bogen von 92 bis 100 Fuß Weite und $\frac{1}{7}$ davon zur Höhe haben, sind nur 17 und 18 Fuß stark, anstatt daß sie, wenn sie für sich den Seitenschub der Bogen aufhalten sollten, blos für den Fall des Gleichgewichts, nach der desfalls von dem Herrn von Montigny, einem Mitgliede der hiesigen Akademie, nach Herrn de la Hire's Formel *) angestellten Berechnung, 23 und 25 Fuß stark sein müßten.

Die

*) Diese Formel steht in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1712.

Die Pfeiler unter den 13 Bogen der Brücke bei Moulins, den 12 Bogen der neuen Brücke bei Saumur und dem mittlern Bogen der Cher-Brücke, alle 60 Fuß weit und um $\frac{1}{3}$ gedrückt, sind nur 12 Fuß stark, und es hat sich während des Baues dieser Brücken gefunden, daß dies für Stirnpfeiler nicht hinreichend gewesen wäre.

Die großen Bogen der alten Moulte- und Bajasse-Brücken über den Allier, jeder 84 Fuß weit und beinahe um $\frac{1}{3}$ gedrückt, haben gleichfalls nur 12 Fuß starke Mittelpfeiler.

In andern europäischen Ländern lassen sich ähnliche Beispiele finden. Die Pfeiler unter dem mittelsten Bogen der Westminster-Brücke über die Themse von 72 Fuß Weite sind nur 16 Fuß stark, und die unter dem mittelsten 92 Fuß weiten Bogen der Blackfriars-Brücke, die so eben in London erbaut worden, nur 16 und 18 Fuß.

Noch haben wir Römische Brücken und Wasserleitungen, deren Mittelpfeiler nach Verhältniß der Weiten der darauf liegenden Bogen noch schwächer sind, als die angeführten.

An den beiden alten Brücken in Vicenza, jede von 3 Oeffnungen nach Kreisbogen, wovon die mittelsten 29 und 30 Fuß Weite haben, sind die Mittelpfeiler nur 5 Fuß, oder noch einmal so stark, als die Schlußsteine hoch.

In Padua befinden sich 4 andere alte Brücken, wie die vorigen beschaffen.

An der Brückwasserleituug über den Gard sind die Mittelpfeiler nur 13 Fuß stark, und müssen zwei über einander stehende Reihen von 6 und 8 großen, 48 bis 78 Fuß weiten, im vollen halben Kreise gewölbten Bogen tragen, auf denen wieder eine Reihe kleinerer Bogen steht, auf welchen das Wasser queer über das Thal weg, vom Gipfel eines Berges bis zum andern geleitet wurde.

Es ist bekannt, daß an andern von den Römern erbauten Brücken, als zu Rimini, Salamanca, Alcantara, und an der berühmten von Trajan über die Donau angelegten, die Mittelpfeiler viel stärker waren, nämlich beinahe so stark, als der dritte Theil der Oeffnung der darauf liegenden Bogen; allein nach Nicolaus Bergier *) waren die eigentlichen Pfeiler der drei letztern Brücken 150 und 200 Fuß hoch. Uebrigens ist es für den Zweck der gegenwärtigen Abhandlung hinreichend, zu zeigen, daß die Römer so gut wie andere Nationen auch dauerhafte Brücken gebaut haben, obgleich die Pfeiler nach Verhältniß der Bogenweiten noch schwächer waren, als die der größten in und außerhalb Frankreich erbauten Brücken.

*) Theil II. S. 288 ff.

Die Bau- und Werkmeister, von denen die eben erwähnten großen Brücken und Wasserleitungen angelegt worden sind, haben die Mittelpfeiler nicht so stark gemacht, als wenn diese als Stirnpfeiler hätten gebraucht werden sollen, wahrscheinlich aus den oben angeführten Gründen, und hauptsächlich auch weil sie nicht annehmen konnten, daß es möglich sei, daß ein auf einem festen Grunde stehender Mittelpfeiler, wenn sonst nur gute Materialien dazu genommen worden, plötzlich gänzlich zerstört werden könnte, da es übrigens immer leicht (?) ist, die nach und nach entstehenden Beschädigungen auszubessern.

Man könnte hiergegen einwenden, daß unabhängig von diesen nach und nach entstehenden Beschädigungen, wovon so eben die Rede gewesen, ein Pfeiler sich in den Grund drücken könnte. Mir sind wirklich drei solche Beispiele bekannt, nämlich an der Westminster-Brücke, an der Brücke bei Orleans, und neuerlich an der bei Tours, so daß 2 Bogen der erstern und eben so viel der letztern von Neuem haben gemacht werden müssen; allein man hat einen solchen außerordentlichen Fall weniger zu fürchten, wenn die Pfeiler weniger stark sind, und, wie ich vorschlage, auf breiten Grundwerken stehen, welche die an und für sich geringere Last auf einen größern Theil der Oberfläche des Grundes vertheilen.

Diesem Setzen kann man übrigens abhelfen, ohne der Festigkeit der Bogen, welche auf den andern Pfeilern ruhen, zu schaden, weil jeder der beiden Bogen, die auf dem sinkenden Pfeiler ruhen, diesem mit einer Seite nachfolgt, und die Gestalt abhängender Wölbungen annimmt, dabei aber immer noch dem Seitenschube der übrigen Bogen entgegenwirkt, so daß man Zeit genug behält, die nöthigen Maaßregeln zu treffen, um beide mit Sicherheit noch einmal zu machen, wenn dies nöthig ist.

Nicht allein die Mittelpfeiler der Brücken hat man schwächer als ihre Stirn- oder äußersten Pfeiler gemacht, sondern man ist auch bei andern Bauwerken so verfahren, deren gänzlicher Einsturz durch eine plötzliche und gänzliche Zerstörung einiger der sie unterstützenden Theile herbeigeführt werden könnte.

Die Pfeiler in Gothischen Kirchen, die Säulen, die in Kirchen aus alter und neuer Zeit an deren Stelle treten, die Säulengänge wie die am Petersplatze zu Rom und am Louvre zu Paris; alle diese Denkmale würden großentheils einstürzen, wenn ein einziger von den kleinen Pfeilern oder eine Säule umstürzte; allein dies wird für unmöglich gehalten, und in der That hat man auch in den vielen Jahrhunderten, seit denen mehrere dieser Gebäude stehen, kein Beispiel, daß eins derselben aus diesem Grunde eingestürzt, und eben so wenig, daß dies bei Brücken der Fall gewesen sei, deren Pfeiler ihrer Bestimmung

halber, an und für sich selbst betrachtet, zwar stärker, aber, als Stirnpfeiler angesehen, noch schwächer sind.

Gleichwohl könnte man an der Brücke bei Blois, welche nach den Zeichnungen des verstorbenen ersten Architekten des Königs und ersten Brücken- und Wege-Ingenieurs, Herrn Gabriel, erbaut worden, bemerken, daß hier eine Ausnahme von dem eben von mir mit Beispielen belegten Gebrauche Statt findet.

Die Pfeiler zwischen dem 4ten und 5ten Bogen von jedem Stirnpfeiler an sind jeder 21 Fuß stark und tragen 66 und 72 Fuß weite Bogen, so daß dadurch die Brücke in drei Theile getheilt wird, wovon der mittlere aus 3 Bogen, und die übrigen jeder aus 4 Bogen besteht. Allein Herr Gabriel hat wahrscheinlich den wesentlichen Nachtheil, den Strom zu sehr einzuschränken, vermeiden wollen, und deshalb die übrigen 8 Mittelpfeiler nur 15 Fuß stark gemacht, obgleich zwei davon den mittelsten Bogen tragen, der 82 Fuß weit ist.

Ich glaube, daß es gut gethan wäre, in Brücken über die breitesten Flüsse starke Mittelpfeiler zu legen, welche im Nothfalle als Stirnpfeiler dienen könnten, und zwar so, daß zwischen je zwei derselben 3 bis 4 Bogen zu liegen kämen, womit noch der Vortheil verbunden wäre, solche große Brücken in einzelnen Theilen nach und nach aufführen zu können, wovon jeder wie eine ganze Brücke mit ihren Stirnpfeilern anzusehen wäre; allein man muß jederzeit vermeiden, das Flußbette dadurch zu sehr einzuschränken, daß man darin solche starke Pfeiler ohne Noth anlegt.

Man könnte mehrere Beispiele von dem Schaden beibringen, der durch Unterlassung dieser Vorsicht an den bestgebauten Brücken geschehen ist. Ich werde mich damit begnügen, nur ein sehr merkwürdiges anzuführen.

Die Mittelpfeiler der nach Hardouin Mansard's Zeichnungen vor Kurzem von dem verstorbenen Herrn von Regemorte dem Jüngern von Neuem erbauten Brücke mit drei 105 und 138 Fuß weiten Bogen über den Allier bei Moulins waren 32 Fuß stark, und konnten wenigstens für die Seitenbogen als Stirnpfeiler dienen. Diese Brücke stürzte indessen im Jahre 1710 unmittelbar nach ihrer Vollendung ein, was der Einschränkung des Flußbettes, dessen Grundbette übrigens aus einem feinen Sande besteht, den das Wasser, wenn es groß ist, leicht auswäscht und wegführt, zugeschrieben worden ist.

Daher hängt die Festigkeit einer Brücke nicht sowohl von der großen Stärke der Mittelpfeiler, als von dem guten und breiten Grundwerke ab, zumal wenn man für gut findet, ihnen in der reinen Mauer wenig Stärke zu geben.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß nach dem, was an den größten Brücken aus ältern und neuern Zeiten geschehen ist, die Mittelpfeiler nicht ganz so stark werden müssen, als wenn sie als Stirnpfeiler dienen sollten; aber wäre es nicht gut, sie noch schwächer als bisher zu machen, da es schon hinreichend sein muß, wenn sie nur im Stande sind, die darauf kommende Last mit einigem Ueberschusse an Widerstand zu tragen? In diesem Falle würde man überflüssiges Mauerwerk sparen, und das Wasser würde eine größere Durchflußöffnung erhalten. Dies soll jetzt untersucht werden.

Man weiß, daß die Wölbsteine, welche den größten Druck auszustehen haben, im obern Theile der Gewölbe liegen, vorzüglich in denen, welche am meisten gedrückt sind. Gewöhnlich macht man die Höhe derselben bei großen Bogen, die um $\frac{1}{3}$ gedrückt sind, dem 24sten Theile der Bogenweite gleich*); allein da jeder Mittelpfeiler zwei halbe Gewölbe trägt, so hat man dafür gehalten, daß ihre Stärke der doppelten Länge des Schlußsteins, und zu größerer Sicherheit noch $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ dieser Stärke mehr betragen müsse.

Wollte man die Versuche über die Festigkeit der Steine, die seit mehreren Jahren angestellt worden sind, zum Grunde legen, so würde man finden, daß die eben vorgeschlagene Stärke noch viel zu groß ist, um dem auf die Pfeiler drückenden Gewichte zu widerstehen, zumal wenn der Stein hart ist **); allein da Arbeiten dieser Art sehr fest sein müssen, so scheint es gut zu sein, in dieser Hinsicht bei dem zu bleiben, was hierüber im vorhergehenden Abschnitte gesagt worden ist.

Als die neue steinerne Brücke bei Neuilli erbaut werden sollte, habe ich viel darüber nachgedacht, welcher Weg einzuschlagen wäre: ob ich nämlich die Mittelpfeiler verhältnißmäßig so stark machen sollte, als sie gewöhnlich an andern Brücken sind, was für 120 Fuß

*) Es ist gut, die Schlußsteine kleiner Bogen 1 Fuß höher, als der 24ste Theil der Bogenweite lang ist, zu machen, und hiervon für jeden Fuß Oeffnung wieder eine Linie abzuziehen, so daß für 36 und 72 Fuß weite Bogen die Gewölbdicke im Schlusse 27 und 42 Zoll beträgt. Diese Wölbsteine können etwas weniger hoch sein, wenn die Bogen im vollen halben Kreise aufgeführt sind.

**) Aus den bei Herrn Soufflot angestellten Versuchen, zu denen mich derselbe eingeladen hatte, und die ich später zu Hause wiederholt habe, hat man geschlossen, daß zum Zerdrücken von einem Quadratfuße Saillancourtschen Steins, der zur Brücke bei Neuilli gebraucht worden, und wovon der Cubikfuß 152 Pfund wiegt, 240000 Pfund gehören, oder eine Säule von gleicher Grundfläche, und aus demselben Steine bestehend, von 1580 Fuß Höhe; allein vermittelst einer angestellten Berechnung habe ich gefunden, daß jeder Quadratfuß Oberfläche der Pfeiler der neuen Brücke bei Neuilli, gleich hoch mit den Anfängen der Bogen, nur mit ohngefähr 20000 Pfund, oder mit einer Säule von 121 Fuß Höhe belastet ist, so daß jeder solche Pfeiler noch 12 Mal mehr tragen könnte, als er wirklich zu tragen hat.

Digitized by Google

weite, bis auf ¼ der Oeffnung gedrückte Bogen 27 Fuß ſtarke Pfeiler gegeben hätte, oder ob ich ihre Stärke um vieles vermindern ſollte, was, wie man eben geſehen, ſehr wohl anging. Ich hatte mit Viſitireiſen gefunden, daß die Brücke auf vorzüglich harten Boden zu ſtehen kommen würde, und erwog, daß die zu verwendenden Materialien von beſter Güte waren. Ich nahm daher auch keinen Anſtand, die Pfeiler in der reinen Mauer nur 13 Fuß ſtark zu machen, indem ich ſie jedoch auf breite Grundwerke, jedes aus 3 vor einander je um 2 Fuß vorſpringenden Schichten beſtehend, ſetzte. Dieſe Stärke von 13 Fuß war um 3 Fuß größer, als die doppelte Gewölbdicke im Schluſſe, die ich vorher als die geringſte Stärke für Mittelpfeiler vorgeſchlagen habe, und die bei den oben angeführten alten Brücken in Vicenza Statt findet.

Die 4 Mittelpfeiler dieſer Brücke ſind zuſammen um 56 Fuß weniger ſtark, als wenn ich jedem derſelben 27 Fuß Dicke gegeben hätte, wodurch das Flußbette um eben ſo viel verengt, die Auswaſchung am Fuße der Pfeiler und die Höhe des Staues vor der Brücke vergrößert, und die Schifffahrt ſtromaufwärts beſchwerlicher gemacht worden wäre.

Man könnte glauben, daß es leicht ſei, den eben angeführten Nachtheilen dadurch zu begegnen, daß man das Flußbette an den Stirnpfeilern um eben ſo viel erweiterte, als es durch die größere Stärke der Mittelpfeiler verengt worden; allein dies würde zu gar nichts helfen, da dieſe Erweiterung außer dem natürlichen Strome läge, das Waſſer alſo hier nothwendig weniger Geſchwindigkeit hätte, und der Sand und die erdigen Theile ſich abſetzen und eine Verlandung bilden würden, durch die das Bette bald wieder in ſeinen früheren Zuſtand kommen möchte.

Es ſcheint aus dem eben Geſagten hervorzugehen, daß man die Mittelpfeiler nicht allein nicht ganz ſo ſtark machen müſſe, als wenn ſie als Stirnpfeiler dienen ſollten, ſondern auch, daß ihre Dicke viel weniger als den 5ten Theil der Bogenweite, wie gewöhnlich angenommen wird, betragen kann: Fälle wie der angeführte bei der Brücke bei Blois ausgenommen.

Zweiter Abſchnitt.

Die Brückenbogen werden gewöhnlich nach halben Kreislinien, nach halben Ellipſen oder eirund, nach Spitzbogen, und endlich nach Kreisbogen aufgeführt.

Alle dieſe Linien haben, wenn die Bogen wie gewöhnlich unmittelbar auf oder nur wenig über dem kleinen Waſſerſtande anfangen, die Unbequemlichkeit, den Abfluß des Waſſers zu hemmen, und zwar um ſo mehr, je höher dies letztere ſteigt, ſo daß, wenn

der Wasserspiegel bis zum Schlusse gekommen wäre, bei Bogen nach halben Kreisen oder halben Ellipsen, die auf dem niedrigsten Wasser anfingen, die Oeffnung um $\frac{3}{14}$ ($\frac{5}{14}$?) kleiner wäre *).

Hieraus folgt, daß 4 Bogen, welche den Wasserlauf nicht einschränken, dieselben Dienste leisteten, als 5 andre von derselben Weite und Höhe, nach Halbkreisen oder halben Ellipsen gebaute, so daß schon allein in dieser Hinsicht $\frac{1}{5}$ der Kosten erspart würde, nicht zu gedenken, daß durch Verminderung der Pfeilerstärken noch außerdem die Ausgabe vermindert und der Durchfluß erleichtert werden könnte.

Die Spitzbogen und die Brückenöffnungen, die nur mit solchen Bogen geschlossen sind, wie an der alten Londoner Brücke, hemmen bei gleichen Höhen den Wasserabfluß noch mehr. Uebrigens ist die Form derselben nicht angenehm.

Die Bogen der ältesten Brücken sind im vollen halben Kreise gewölbt, manchmal aber auch nach großen Kreisbogen, wie an den alten Brücken zu Vicenza und Padua, die ich im ersten Abschnitte dieser Abhandlung erwähnt habe, an einer andern zu Vicenza erbauten, und an der Rialto-Brücke, jede aus einem 90 Fuß weiten Bogen bestehend. Alle diese Bogen fangen wenig über dem niedrigsten Wasserstande an; sie haben den Fehler der im vollen halben Kreise gewölbten, und zwar um so mehr, je mehr die Höhe des Bogens abnimmt.

Der eben angeführten nachtheiligen Eigenschaft solcher nach Kreisbogen aufgeführten Gewölbe kann dadurch abgeholfen werden, daß man dieselben in der Höhe des größten Wasserstandes oder nur wenig darunter anfangen läßt, wie an der Goldschmiedebrücke zu Florenz von 3 Bogen, jeder von 90 Fuß Weite, an der Brücke zu Valencia in Spanien **), und an der zu Nürnberg.

Ungeachtet es üblich ist, die Bogen von der reinen Mauer der Mittel- und Stirnpfeiler berühren zu lassen, und obgleich sich mehrere Baumeister und Mathematiker, vor-

*) Als wenn der Bogen scheitrecht und eben so weit und hoch wäre. Anm. d. Ueb.

**) Zu Valencia hat man 4 ähnliche Brücken von zehn 40 Fuß weiten Bogen, nach Kreisbogen von 50 Fuß Halbmesser gebaut. Die Gewölbe fangen 7 Fuß über dem kleinsten Wasser an, und die Brücken liegen alle über einen und eben denselben Fluß, ohngefähr je 150 Toisen von einander entfernt.

Eine 5te Brücke, deren wenig gedrückte Bogen etwas tiefer anfingen, als die vorigen, wurde im November 1776 durch dieselbe Anschwellung eben dieses Flusses weggerissen, die über alle 5 Brücken wegging, ohne die nach Kreisbogen angefertigten am höchsten liegenden Gewölbe zu beschädigen, was der Beschränkung der Durchflußöffnung, welche, wie gesagt, ohngefähr $\frac{1}{5}$ beträgt, zugeschrieben werden zu müssen scheint.

züglich seit einiger Zeit, viele Mühe gegeben haben, zu den Brückenbogen angenehmere und leichter zu beschreibende krumme Linien aufzufinden *), so muß man dennoch in mehreren Fällen die Gewölbe nach Kreisbogen aufführen, wie dies schon an den angeführten Brücken aus ältern und neuern Zeiten geschehen ist, jedoch so, daß dieselben in der Höhe des größten Wasserstandes anfangen, da sie dem Wasser zu allen Zeiten einen gleichförmigen und freiern Durchgang gestatten müssen. Dies ist die wesentlichste und wünschenswertheste Eigenschaft einer Brücke, um welcher willen man durchaus keinen Anstand nehmen muß, alles aufzuopfern, was zu nichts weiter dient, als eine angenehmere Krümmung hervorzubringen. Uebrigens ist es leicht, wie schon in ähnlichen Fällen an mehreren alten Brücken geschehen ist, durch einen Kämpfer die unangenehme Form, die man dem gemischtlinigen Winkel, den die Wölbung nach einem Kreisbogen mit der reinen Mauer der Stirn- und Mittelpfeiler macht, vorwirft, wegzuschaffen. Ich füge noch hinzu, daß, wenn die Höhe der Ufer des Flusses es erlaubt, die Krümmung des Bogens eine Ellipse sein kann, wie bei der Dreieinigkeits-Brücke zu Florenz, oder auch eine andre krumme Linie, welche man für passend hält; daß jedoch hierbei die Gewölbe immer ohngefähr mit dem höchsten Wasserstande gleich hoch anfangen müssen.

Der verstorbene Herr Trudaine, der Sohn, hatte den Bau nach Kreisbogen zu einer Brücke von 3 Oeffnungen von 90 Fuß Weite, welche zu Saumur an dem Orte, welcher die Fouchard-Brücken genannt wird, erbaut worden ist, und zu einer andern Brücke auch mit 3 Oeffnungen, jede von 72 Fuß, die ich zu Pont-Sainte-Maixence über die Oise erbauen lasse, angenommen. Die Bogen der letztern Brücke liegen auf kreisrunden Pfeilern, von 9 Fuß Durchmesser, nach Art gekuppelter Säulen, mit einer Säulenweite oder einem Zwischenraume in der Mitte sowohl der Mittel- als der Stirnpfeiler. Eine Brücke eben dieser Art wird zu Pesme in der Franche-Comté gebaut.

Ich glaube im ersten Abschnitte der gegenwärtigen Abhandlung gezeigt zu haben, wie gut es sei, den Mittelpfeilern nur so viel Stärke zu geben, als nöthig ist, damit sie die Brückenbogen tragen können, und noch hinreichender Ueberschuß an Widerstand bleibt, wie ich es bei der Brücke bei Neuilli gemacht habe. Im zweiten Abschnitte habe ich den Vortheil aus einander gesetzt, den Gewölbe gewähren, die nach Kreisbogen aufgeführt sind, und in der Höhe des größten Wasserstandes anfangen, wozu noch der wesentliche Umstand kommt, daß dabei die Pferde, welche die Schiffe ziehen, leichter unter der Brücke hindurch

*) Die Herren Meunier, Calet, Chezy und Soyer.

können, was ich besonders berücksichtigt habe, als ich die Brücke bei Pont-Sainte-Maixence, die jetzt gebaut wird, und die, welche gegen dem Platze Ludwigs XV. über erbaut werden soll, entwarf. Aus allem zusammen muß der doppelte Vortheil entstehen, daß weniger Mauerwerk, und also auch weniger Kosten zu den Brücken nöthig sind, und daß dem Wasser eine größere Abflußöffnung verschafft wird, wie ich beabsichtigte.

Ungeachtet dieser Vortheile glaube ich doch nicht, daß man diese Bauart bei allen Brücken ohne Unterschied anwenden könne.

Geschickte Baumeister, welche Arbeiten dieser Art entwerfen sollen, müssen an Ort und Stelle selbst untersuchen, wohin diese Brücken am besten passen; allein in schwierigen Fällen müssen sie bei der gebräuchlichsten Art bleiben.

Ich schließe mit der Bemerkung, daß, da große Brücken, so wie Gebäude anderer Art, Denkmäler sind, aus denen die Größe und der Geist einer Nation beurtheilt werden können, man sich nicht genug mit den Mitteln beschäftigen kann, die Bauart derselben zu vervollkommnen. Diese ist übrigens mancher Veränderung fähig, obgleich sowohl in den Formen, als Verzierungen, der Charakter von Festigkeit beibehalten werden muß, der ihr eigenthümlich ist.

Ueber das Nachstürzen von Stücken von Bergen und von Erdreich, welches höher als das daneben liegende steht, und über die Mittel, Zufälle dieser Art zu verhüten, und sich unter manchen Umständen vor den Folgen derselben zu sichern.

Man sieht zuweilen, daß ziemlich beträchtliche Stücken Erde sich von den Bergen ablösen, herunter in die Ebenen stürzen, und dabei alles verwüsten und mitnehmen, was ihnen in den Weg kommt. Dies geschah z. B. im Jahre 1733 zu Pardines bei Issoire in Auvergne. Ein Stück von ohngefähr 400 Toisen Länge und 300 Toisen Breite stürzte mit den darauf stehenden Häusern, Bäumen u. s. w. auf eine ziemlich entfernte Wiese. Alles wurde durch einander geworfen, und zu einem wahren Chaos. Nur ein ziemlich beträchtliches Stück Weinberg blieb in einem solchen Stande, daß es mit Nutzen für den Eigenthümer des Grundstücks, auf welches es gefallen war, bearbeitet werden konnte, und dies ist seitdem bis jetzt geschehen.

Manch-

Manchmal können auch ganze Berge zusammenstürzen, wie dies mit einem sehr hohen Berge fast dicht bei dem Chimborasso in der Provinz Quito, dem höchsten in den Cordilleras, sich ereignet hat.

Auch werden wohl beträchtliche Erdmassen mit fortgerissen, entweder wenn die Dämme von hoch liegenden Wasserbehältern durchbrechen, oder der Schnee plötzlich schmilzt, wie dies im Jahre 1742 auf dem feuerspeienden Cotopaxi, ebenfalls in der Provinz Quito, der Fall gewesen ist, wo 500 bis 600 Häuser umgeworfen wurden, ohngefähr 900 Personen umkamen, und der Strom eine große Menge von dem Erdreiche, über welches er lief, mit fortführte, da das Wasser wegen der bedeutenden Höhe von 700 bis 800 Toisen, von der es heruntergestürzt war, eine bedeutende Geschwindigkeit angenommen hatte.

Ereignisse dieser Art werden entweder durch Erdbeben, oder durch feuerspeiende Berge, oder auch durch Ursachen veranlaßt, die mehr von der besondern Lage und Beschaffenheit des Erdreichs abhängen. Nur im letztern Falle können sie beobachtet und vorhergesehen werden.

Es ist wichtig, diesen Gegenstand zu verfolgen, um zu wissen, was für Boden am leichtesten nachstürzt, damit auf einem solchen weder öffentliche Gebäude noch Wohnungen angelegt, oder, wenn es möglich ist, die einmal darauf stehenden geschützt werden. Die Untersuchung hiervon und von den Böschungen, welche Erde oder andere Materien bilden, die entweder nachgefallen oder erst ausgegraben sind, und dann zu Dämmen, Wegen oder Aufwürfen aufgeschüttet werden, wird den Hauptgegenstand der vorliegenden Abhandlung ausmachen.

Zuvörderst sollen einige Beobachtungen und Erfahrungen mitgetheilt werden, auf welche sich das hernach Anzuführende gründet.

Erde, Sand und andere ähnliche Materien müssen entweder als zusammenhängend und eine Masse bildend angesehen werden, und heißen dann gewachsener Boden, oder als unzusammenhängend, was durch das Ausgraben und Fortschaffen oder durch irgend eine andere Ursache veranlaßt sein kann.

Zusammenhängendes Erdreich, Steine oder andere Körper können nicht herabrollen oder fallen, wenn ihr Schwerpunkt nicht in Bewegung gesetzt wird. Die größten Massen und die harten sind auch am schwersten in Bewegung zu setzen, und es läßt sich einsehen, daß eine etwas beträchtliche Erdmasse, welche Jahrhunderte ruhig in einerlei Lage geblieben ist, auch immer in diesem Zustande bleiben wird, wenn ihre natürliche Beschaffenheit nicht eine Veränderung erleidet.

Diese Veränderungen können in der Masse der Körper Statt finden.

Belastet man z. B. den Gipfel einer Erdmasse von geringem Zusammenhange und steiler Böschung, entweder indem man noch Erde darauf bringt, oder zu schwere Gebäude darauf aufführt, so muß das Erdreich, was sich vorher halten konnte, unterhalb der hinzugekommenen Last herabstürzen, und nach dem Falle und dem Einsturze der Gebäude eine neue Böschung bilden, die weniger steil ist, als die vorige.

Schneidet man am Fuße einer abgeböschten Erdmasse ein Stück von derselben ab, so muß der obere Theil auch herabsinken, wenn ihn nicht die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile zusammenhängen, daran verhindert, wie dies bei gewachsenem Boden von gewisser Festigkeit, oder in steinigem und mit Baumwurzeln durchwachsenen gewöhnlich der Fall ist.

Es ist leicht, Erde von dieser Beschaffenheit auf den ersten Blick zu erkennen, und ohngefähr zu beurtheilen, wie stark solche am obern Ende der Böschung noch ohne Gefahr belastet, oder wie viel am Fuße noch abgegraben werden könne.

Es kann auch eine Veränderung in den Bestandtheilen einer Erdmasse Statt finden.

Wenn Wasser in eine solche Masse dringt, so kann die letztere dadurch aufgelöst werden und an Zusammenhang verlieren. Dann muß ein Theil herabstürzen; die natürliche Böschung muß sich ändern und einen kleinern Neigungswinkel mit einer waagerechten Ebene bilden.

Die Schwere des in die Erde gezogenen Wassers belastet auch den obern Theil derselben. Das Gleichgewicht kann unterbrochen werden, und wenn dieser Umstand sich mit der Verminderung des Zusammenhanges vereinigt, so stürzt die Erde in größerer Menge und schneller nach.

Die leichteste, weichste und porösete Erde wird auch am schnellsten vom Wasser durchdrungen und erweicht. Diese Art löset sich sogar gewissermaaßen auf, während die Flüssigkeit auf dem abhängigen Boden, über welchen sie läuft, in Bewegung ist, so daß oft tiefe Schluchten und mehr oder weniger beträchtliche Erdfälle entstehen.

In Thierache und an andern Orten in Frankreich giebt es Erde von dieser Art. In trockenem Wetter aber geben sich die Bestandtheile derselben wieder zusammen, und sie wird dann von Neuem ziemlich fest.

Wenn man gewachsenen Boden ausgräbt, so nehmen die Ufer der Grube von selbst eine Böschung an, welche verschieden ist, je nachdem die Festigkeit der Erde und der Zusammenhang der Theile anders sind. Man hat sehr feste Erdarten, zum Beispiel den

Digitized by Google

Töpferthon, welcher 30 Fuß und darüber lothrecht stehen bleibt. Die Damm-Erde und einige feste Sandarten halten sich auch ziemlich lothrecht. Leichte Erde und der loseste feine und trockene Sand nehmen eine Böschung an, welche einen Winkel von etwa 30 Grad mit der waagerechten Ebene macht.

Früher einmal umgegrabene Erde hat einen geringern Zusammenhang als gewachsener Boden, und vor kurzer Zeit umgegrabene noch weniger. Wird Erde frei auf Haufen geworfen, so nimmt sie verschiedene Böschungen an, die mit der ursprünglichen Festigkeit derselben in einigem Zusammenhange zu stehen scheinen.

Die festeste Erde zum Beispiel fällt nach einem von mir angestellten Versuche unter einem Winkel von 30 bis 35 Grad mit der waagerechten Ebene, und nicht von 45 Grad, wie Manche meinen. Die leichteste Erde und der Sand (so wie gewachsener Boden vom geringsten Zusammenhange, der ausgegraben und frei hingeworfen worden ist) bilden eine Böschung von ohngefähr 30 Grad, die übrigen Erdarten nach Verhältniß. Der größte Unterschied in den Böschungswinkeln, ist für fortgeschaffte Erde und Sand nur 6 Grad; wobei jedoch feuchter Thon ausgenommen ist, der unter einem kleinern Winkel fällt, der zuweilen nur 18 Grad und wohl noch weniger enthält.

Grober Kies, Kiesel, oder zerschlagene Steine, bilden einen Winkel von 40, höchstens 45 Grad.

Alle diese Winkel sind an den Oberkanten der aufgefahrenen oder nachgestürzten Erdhaufen gemessen worden, da die Queerschnitte der Böschung hier als geradlinig angesehen werden können, was auch in der That Statt findet, wenn die Höhe nicht bedeutend ist und der Haufen aus Sand oder leichter Erde besteht; aber ich habe gefunden, daß im entgegengesetzten Falle diese Queerschnitte krumme Linien sind, die dadurch gebildet werden, daß Körper von einer gewissen Gestalt und Größe im Herabrollen eine beschleunigte Bewegung annehmen. Die Sehne dieser krummen Linie kann mit der waagerechten Ebene einen Winkel bilden, der etwa 2 Grad kleiner als jeder von den angegebenen ist, was jedoch nach den Höhen der Aufwürfe und der Beschaffenheit des Erdreichs verschieden sein kann. Ich will ein sehr auffallendes Beispiel von einer solchen Krümmung anführen.

Das Heckenholzthal jenseit Toul, auf der Straße von Paris nach Nancy, ist mit Felsstücken und zerschlagenen Steinen auf 142 Fuß Höhe ausgefüllt worden, um hier die neue Straße durchzuführen. Dieses äußerst bedeutende Werk würde wirklich der Römer würdig sein. Ich habe hier gesehen, daß die Böschung eine sehr bemerkbare Krümmung bildet, deren größte Abweichung, senkrecht auf die Krümmung des Queerschnitts der Böschung

gemeſſen, zu Ende des zweiten Drittels der ganzen Länge der Linie von ihrem oberen Ende an liegt, und 16 Fuß 8 Zoll lang iſt. Es ſcheint, als hätte man bis jetzt noch nicht auf die Krümmung der Böſchungen großer Aufträge*) Achtung gegeben.

Es iſt beim Ausmeſſen ſolcher Aufträge wichtig, den Winkel und die Krümmung der Böſchungen derſelben zu kennen. Wer eine Brücke unter einem ſolchen erhöheten Wege durch anlegen ſoll, müßte auch bei Beſtimmung der Länge derſelben hierauf Rückſicht nehmen, widrigenfalls es ſchon geſchehen iſt, daß die Brücken zu kurz gemacht worden ſind, und zwar um ſo mehr, je höher der Weg lag.

Unabhängig von den Winkeln und Krümmungen, welche die verſchiedenen Erdarten bilden, wenn ſie einſtürzen oder frei aufgeſchüttet werden, muß ich auch bei dem mir vorgeſetzten Zwecke die Neigungen der Ebenen unterſuchen, auf welchen große Erdmaſſen anfangen können, ſich in Bewegung zu ſetzen.

Ich weiß aus Erfahrung, daß, wenn man behauene Steine, von verſchiedenem Gewichte und verſchiedener Größe, nach und nach auf ein Stück geſägtes, aber nicht abgehobeltes Stück Holz legt, die Steine nicht eher abzugleiten anfangen, als bis das Holz mit einer waagerechten Ebene einen Winkel von 39 bis 40 Grad bildet.

Man weiß, daß ein glatter Körper auf einer eben ſolchen Ebene nicht eher anfangen wird abzugleiten, als bis dieſe Ebene mit der waagerechten einen Winkel von 18 Grad 26 bis 27 Min. macht, und dann wird ein Loth von einem Punkte der ſchiefen Ebene auf eine dieſelbe ſchneidende waagerechte in der Ebene des Neigungswinkels durch jenes Loth dem 3ten Theile der Länge des Durchſchnitts jener waagerechten mit dieſer gleich ſein. Dieſe Neigung wird gewöhnlich der Reibungswinkel genannt.

Der eben angeführte Reibungswinkel iſt von Hrn. Parent **) nach Hrn. Amonton's Verſuchen, die in den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1699 enthalten ſind, feſtgeſetzt worden. Dieſe Verſuche werden noch jetzt bei Berechnung der Reibung von Maſchinen zum Grunde gelegt, was wohl angeht, wenn man nur unbeträchtliche Gewichte in Bewegung zu ſetzen hat, die der Größe der von Hrn. Amonton bei ſeinen Verſuchen gebrauchten Kräfte angemeſſen ſind, oder nur einen mäßigen Druck ausüben. Wenn aber die Rede von der Bewegung größerer Maſſen iſt, ſo wie die, welche hier betrachtet werden ſollen, ſo würde der Neigungswinkel, bei welchem ſie zu gleiten anfangen könnten, viel

*) Verfahrenes und auf natürlichem Boden aufgeſchüttetes Erdreich.

**) Herrn Parent's erſte Abhandlung, in der Sammlung derer der Akademie von 1704.

kleiner als der angeführte von 18° 26—27′ werden. Es ist wichtig, dies zu untersuchen, um die Ansichten zu berichtigen, welche aus Hrn. Amonton's Versuchen hervorgegangen sind.

Die Baumeister geben den Ebenen, auf welchen Schiffe erbaut werden und mit ihrem Kiel stehen, der mit Talg bestrichen wird, wenn sie vom Stapel gelassen werden sollen, nur 10 bis 13 Linien Neigung auf den Fuß Länge. Das Schiff „le Prudent" von 74 Kanonen, und das „die Stadt Paris" von 90 Kanonen, welche ich bei ihrer Erbauung zu Rochefort gesehen habe, wurden von Ebenen ins Meer gelassen, welche 11 und 12 Linien Neigung auf den Fuß hatten. Mehrere nehmen nur 10 Linien auf den Fuß für die größten Kriegsschiffe, und das „die Stadt Paris" hätte wahrscheinlich auf einer so geneigten Ebene erbaut werden können. Bei Fregatten und Kauffahrteischiffen erhalten diese Ebenen höchstens 12 bis 13 Linien Neigung auf den Fuß. Die kleinste Neigung ist also 10 Linien und die größte 13 Linien auf den Fuß, also der kleinste Neigungswinkel 3 Grad 58 Min., der größte 5 Grad 9 M., und der mittlere von beiden 4 Grad 33½ M., den ich „Reibungswinkel für große Massen" nennen werde, um ihn von dem von Hrn. Parent berechneten zu unterscheiden.

Es ist zu vermuthen, daß noch größere Massen, wie große Erdmassen, bei einem noch kleinern Winkel in Bewegung kommen können, wenn die übrigen Umstände gleich angenommen werden.

Die Neigung, welche man den Ebenen giebt, von welchen die Schiffe ins Meer gelassen werden sollen, giebt die Reibung nur $= \frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{17}$ des Gewichtes glatter Körper, anstatt daß solche von Hrn. Amonton ohngefähr zu $\frac{1}{3}$ angenommen worden, ohne Rücksicht auf die Größe der Masse und deren Grundfläche zu nehmen. Man setzt übrigens voraus, daß diese Grundflächen eben und geschmiert sind. Diese Reibung kann, wie ich eben aus einander gesetzt habe, für noch größere Massen noch kleiner sein.

Herr Bouguer sagt in seinem Werke über Schiffbau S. 74, daß man der Ebene, auf welcher Schiffe gebaut, und von welcher sie dann ins Meer gelassen werden, auf jeden Fuß Länge 6 Linien oder 2½ Grad Neigung giebt. Dieser geschickte Akademiker wird wahrscheinlich von denen, die er hierüber zu Rathe gezogen hat, falsch berichtet worden sein; denn nach den sorgfältigsten, von mir in verschiedenen Meereshafenplätzen angestellten Untersuchungen ist es gewiß, daß man diesen Ebenen nicht weniger als 10 Linien Neigung auf den Fuß geben darf, und daß man, wenn man ein Schiff auf einer Ebene, welche einen

kleinern Neigungswinkel mit einer waagerechten bildete, bauen wollte, fürchten müßte, es nicht ins Waſſer laſſen zu können.

In der Anwendung vorſtehender Verſuche und Beobachtungen auf Erdmaſſen, welche ihre Lage verändern könnten, muß man die Unregelmäßigkeit und Größe *) der ebenen Oberflächen, auf welchen die Körper ſtehen und von denen ſie ſich losreißen müſſen, ferner die größere oder geringere Rauhigkeit der letzteren berückſichtigen, wodurch der Neigungswinkel zunehmen, und vielleicht dem durch den von mir mit Stein auf Holz angeſtellten Verſuch gefundenen von 39 bis 40 Graden nahe kommen wird.

Ich will nunmehr die übrigen weſentlichen Umſtände unterſuchen, unter welchen bergiger Boden durch die gewöhnlichſten Urſachen oder durch Arbeit von Menſchenhänden einſtürzen kann.

Wenn in einem Graben oder einem Einſchnitte in einem Berge zur Anlegung eines Hauſes oder eines Weges ſich eine Lage feiner Sand oder Thon von gewiſſer Höhe findet, ſo kann der Sand nachſtürzen, und der Thon wird nach allen Richtungen aufreißen, indem er nach der angegriffenen, der Luft ausgeſetzten Seite zu, austrocknet und nach und nach in Stücken fällt, und das darüber befindliche Erdreich wird, da es keine Unterſtützung mehr hat, nachfallen, ohne daß es möglich wäre, dies zu hindern und auch nur die angefangene Arbeit zu beendigen, wenn man mit den Gegenanſtalten zu lange wartet.

Fände ſich nur feiner Sand, ſo würde es hinreichen, das Erdreich mit 30 Grad Neigung abzuböſchen. Iſt aber Thon einmal der Luft ausgeſetzt, ſo muß derſelbe bekleidet werden, ehe er an der entblößten Stelle zu ſehr aufreißen kann. Eine Mauer von Bruchſteinen, allenfalls nur mit Erde gemauert, iſt hierzu hinreichend, und wird verhüten, daß das oberhalb liegende Erdreich nicht nachſtürze, indem hierzu nur nöthig iſt, daß der Thon von der Luft nicht ausgetrocknet werden könne.

Die mittlere Stärke einer ſolchen Mauer kann der Hälfte ihrer Höhe vom Fundamente an gleich geſetzt werden. Es wird gut ſein, dieſelbe auf jeden Fuß Höhe 6 Zoll anlaufen zu laſſen.

Wenn die Thonlage zu hoch über dem Wege ſtünde, z. B. 30 bis 40 Fuß, und von ſolcher Höhe und Beſchaffenheit wäre, daß das Nachſtürzen einer zu beträchtlichen darüber liegenden Erdmaſſe gefürchtet werden müßte, ſo könnte die Erbauung der vorgeſchlagenen

*) Aus den Abhandlungen der Akademie, Jahrg. 1703. S. 105, und den Verſuchen des Hrn. Abbé Nollet, Theil 1. S. 235., ſieht man, daß, Hrn. Amonton's Meinung zuwider, bei Berechnung der Reibungen die Größe, Unregelmäßigkeit und Rauhigkeit der Körper berückſichtigt werden muß.

Digitized by Google

Mauer zu bedeutend und zu schwierig auszuführen sein, wenn nicht in geringer Tiefe unter dem Thone felsiger oder wenigstens so fester Boden folgte, daß man die Mauer darauf setzen könnte. In einem solchen Falle könnte die Mauer innerhalb lothrecht, außerhalb mit der Böschung, welche die Erde hat, aufgeführt werden.

Die Thonlage könnte selbst unberührt bleiben, aber so viel Neigung haben, daß das darauf liegende Erdreich, welches nicht mehr durch das, wegen Anlegung eines Weges oder aus irgend einem andern Grunde, davor weggenommene aufgehalten würde, abglitte. Dies könnte selbst bei einem kleinen Neigungswinkel Statt finden, da die Oberfläche der Thonlagen gewöhnlich ziemlich eben und glatt ist. In einem solchen Falle könnte nichts so große Massen am Herabgleiten hindern; die angefangenen Arbeiten müßten liegen bleiben, und der Bau an eine andre Stelle gelegt werden.

Aus diesem Grunde muß ein Baumeister, welcher solche Einschnitte in Berge zu machen hat, zuerst das Erdreich genau untersuchen, bevor er unwiderruflich darüber entscheidet, an welchen Stellen gebaut werden soll, zumal wenn zu vermuthen ist, daß Thon in der Gegend stehen könnte. Zu diesem Ende muß die vorläufig gewählte Baustelle mit dem Visitireisen und dem Erdbohrer, oder, wo es nicht anders geht, durch Schachte bis zu der Tiefe, bis zu welcher gegraben werden soll, untersucht werden.

Hierdurch lernt man die verschiedenen Erd-, Sand- oder Thonlagen, durch welche gegraben werden muß, ihre Neigungen und sonstigen Eigenschaften kennen. Findet sich dann, daß die vorerwähnten nachtheiligen Umstände zu fürchten sind, so muß man ohne Bedenken eine andere passende Stelle aufsuchen, und erspart durch diese Vorarbeiten die Kosten einer Unternehmung, die manchmal zu schwierig, ja sogar auszuführen unmöglich werden könnte.

Wenn es wichtig ist, den Boden zu untersuchen, der zur Aufführung eines Gebäudes oder zur Anlegung eines Weges in bergigen Gegenden durchgegraben werden muß, so ist es nicht weniger wichtig, die Baustelle gut auszuwählen, sogar wenn keine Erde abzugraben wäre.

So muß man z. B. die Nähe einer steilen Erd- oder Felswand, welche einstürzen könnte, und Stellen, welche dem Schneewasser ausgesetzt sind oder ausgewaschen werden könnten, zu vermeiden suchen.

Vor ohngefähr 15 Jahren hat ein Weg bei dem Dorfe Lesdigueres in der Dauphiné vom rechten Ufer des Drac auf das linke verlegt werden müssen, weil derselbe vorher am Fuße des fast senkrechten 600 bis 700 Fuß hohen Berges Roche-molle lag. Die Steine,

welche sich nach und nach vom Felsen abgelöst haben, bildeten bis zum Drac eine Böschung welche mit einer waagerechten Ebene einen Winkel von 30 Grad machen kann, weil der Queerschnitt wegen der großen Fallhöhe der Steine eine bedeutend gekrümmte, nach der obern Seite zu hohle Linie bildet. Der Felsen ist kalksteinartig und geht beim Fallen leicht von einander, da er viele Adern und weiche Theile enthält. Der Theil dieses Felsens, welcher jetzt, nach den Spalten im Gipfel zu urtheilen, sich abzulösen droht, enthält ohngefähr eine Million Cubiktoisen, und wenn diese Masse, wie zu fürchten ist, in den Drac fällt, so kann durch den letztern hier ein See gebildet werden.

In ähnlichen Fällen läßt sich nichts anderes thun, als mit Gebäuden und Wegen von solchen Stellen wegzubleiben, wenn sie erst noch angelegt werden sollen, und (wie im erwähnten Falle geschehen) sie zu verlegen, wenn gleich anfänglich keine gute Stelle für dieselben ausgewählt worden.

Liegt eine Wohnung nahe an zu steilen oder aus lockerem Erdreich bestehenden Stellen, so erfordert die Klugheit, von Zeit zu Zeit zu untersuchen, ob in den obern Theilen keine Spalten entstehen. Diese Spalten müssen als Anzeigen von einem drohenden, oft bald darauf erfolgenden Sturze von Felsen oder Erdmassen angesehen werden, zumal wenn in diese Spalten Wasser kommen kann, welches letztere dann aus Vorsicht sofort abzuleiten gesucht werden muß.

Es ist nicht jedesmal nothwendig, daß das Erdreich durchgegraben worden sei, damit das auf dem Thone liegende abgleiten könne; sobald Wasser in die Thonlage käme, so könnte das Gleichgewicht durch Verminderung der Reibung, welche vielleicht vorher das obere Erdreich gehalten hätte, aufgehoben werden, und letzteres auf dem Thone heruntergleiten.

Einer ähnlichen Ursache glaube ich die Sprünge zuschreiben zu müssen, die sich im Jahre 1758 an den Wohnungen der Arbeiter bei der Marli-Maschine, welche auf einem Theile der Höhe unmittelbar jenseit dieser Maschine auf der Seite von St. Germain liegen, gezeigt haben. Dieser Theil des Bodens fing an sich zu spalten und eine Bewegung nach dem Flusse zu anzunehmen, und ein Gleiches fand mit dem Theile der Straße nach St. Germain am Fuße der Höhe Statt, so daß man Ursache zu den größten Besorgnissen hatte. Aus der von dem ersten Architekten des Königs, Hrn. Gabriel, meinem Vorgänger dem verstorbenen ersten Brücken- und Wege-Ingenieur Hrn. Hupeau, und mir angestellten Untersuchung mit dem Visitireisen, ergab sich, daß in geringer Tiefe unter der Oberfläche eine abhängige Thonlage vorhanden war. Zugleich wurde bemerkt, daß das Wasser, welches

durch

durch die zur Maſchine gehörigen oberhalb liegenden Röhren drang, ſich bis auf die Thonlage gezogen hatte. Es wurde ſogleich daran gearbeitet, zu verhüten, daß das Waſſer, welches die Röhren verloren, nicht mehr bis zur Thonlage gelangen könne, und es iſt ſeitdem nicht weiter bemerkt worden, daß das gedachte Erdreich noch ausgewichen wäre.

Etwas Aehnliches ereignete ſich im Jahre 1765 zu Croixfontaine. Ein Theil des höher liegenden Erdreichs vor dem Schloſſe öffnete ſich an vielen Stellen, und ſtürzte in einzelnen Stücken nach und nach herab. Die Futtermauer, welche dies Erdreich halten ſollte, wurde umgeworfen, und man ſahe ſich genöthigt, den Weg längs dieſer Mauer weiter davon abzulegen. Herr v. Parcieux unterſuchte dies Erdreich mit mir. Wir fanden, daß es auf einer abhängigen Thonſchicht lag, und hielten dafür, daß Waſſer, welches ſich aus einem oberhalb liegenden Behälter verlor, das gedachte Ereigniß veranlaßt haben könnte. Auf unſern Vorſchlag wurde dieſer Waſſerbehälter weggeſchafft, und im obern Theile des nachgeſtürzten Erdreichs auf der Thonlage kleine Deckelkanäle angelegt, um das Regenwaſſer, das etwa bis auf den Thon kommen könnte, aufzufangen und abzuleiten. Seitdem iſt das Erdreich unverändert ſtehen geblieben, was uns noch mehr in unſrer Meinung beſtärkt hat.

Ein hinreichend ebener geneigter Felſen könnte eben ſo gut wie eine Thonſchicht veranlaſſen, daß das darauf liegende Erdreich abglitte.

Vor 12 Jahren glitt bei dem Dorfe Guet, 6 Lieues von Grenoble, auf der Straße von da nach Briançon, das ganze abhängige Erdreich in einem Augenblicke nach dem etwa ½ Lieue entfernten Drac zu. Der Boden ſpaltete ſich im Dorfe, und das ausgewichene Erdreich lag 6, 8 und 10 Fuß tiefer als vorher. Das ganze Erdreich, etwa auf eine Lieue weit bis zum Dorfe Corps, liegt auf einem ziemlich ebenen Felſen, was aus den entblößten Theilen in den Schluchten an mehreren Stellen zu erſehen war. Man hat auch bemerkt, daß dieſer Felſen mit einer waagerechten Ebene einen Winkel von etwa 40 Grad macht, daß alles auf der untern Seite liegende Erdreich eine Art von Keil oder dreiſeitigem Prisma bildet, deſſen ſenkrechte Seitenfläche von 50 bis 60 Fuß Höhe das Ufer des Drac bildet. Dieſem ſteilen Ufer, welches der Strom ausgewaſchen hatte, muß wahrſcheinlich dies Ereigniß zugeſchrieben werden, außerdem aber noch dem Umſtande, daß das durch die Schluchten ſtrömende Waſſer, welches bis zum Felſen gedrungen war, das den letztern unmittelbar berührende Erdreich hat einweichen, und ſo dazu beitragen können, daß deſſen Schwere das Gleichgewicht unterbrochen, und die Erde nach dem Drac gedrängt hat.

Wenn eine ſolche große Maſſe in Bewegung gekommen iſt, ſo ſteht ſie hernach mit der Reibung beinahe im Gleichgewichte, und man fürchtet in der dortigen Gegend daher mit Grund, daß das Erdreich noch weiter nach dem Drac zu gleiten könne.

Wären Bauwerke, als Dämme, Buhnen oder Deckwerke, angelegt und dadurch das Ufer des Drac geſichert, das von oben zufließende Waſſer abgeleitet, und verhütet worden, daß das letztere nicht durch die ausgewaſchenen Stellen bis auf den Felſen kommen konnte, ſo hätte dadurch wahrſcheinlich das Sinken des Erdreichs verhütet werden können.

2. Die Anwendung der verſchiedenen eben angegebenen Vorſichtsmaaßregeln und der in der vorſtehenden Abhandlung vorgeſchlagenen Mittel ſcheint alles zu ſein, was Kunſt und Klugheit als zweckmäßig zur Sicherung der Einwohner und zur Erhaltung der noch zu machenden oder auf Bergen und hohen und gefährlichen Stellen ſchon vorhandenen Bauanlagen vorſchreiben.

Ueber die Lehrbogen der Brücken.

1. Zur Erbauung der Brücken gebraucht man hölzerne Lehrbogen, welche die Wölbſteine in jedem Bogen ſo lange unterſtützen, bis deren Schlußſteine eingebracht ſind, und die Gewölbe ſich ſelbſt erhalten können.

2. Die Lehrbogen beſtehen aus Curven oder lothrecht ſtehenden Zimmerverbänden, welche ohngefähr 6 Fuß weit von einander ſtehen. Der Obertheil derſelben hat genau die Krümmung, welche die Gewölbe erhalten ſollen, und weicht nur in ſo weit davon ab, als der Zwiſchenraum es nöthig macht, der über den Curven bleiben muß, um Schalhölzer oder queer übergehende Stücke und Keile, auf welchen die einzelnen Stücke verſetzt werden ſollen, anbringen zu können.

3. Die Lage der Stücke, aus denen die Curven beſtehen ſollen, ihre Anzahl, die Abmeſſungen, welche dieſelben haben müſſen, damit ſie mit Sicherheit die Gewölbe tragen können, und ihre Verbindung mit einander, ſind die vier Gegenſtände, welche einzeln unterſucht werden müſſen, um beſſer beurtheilen zu können, ob die vorgeſchlagenen Curven ſo einfach und zugleich ſo ſtark ſind, als ihre Beſtimmung erfordert.

Digitized by Google

Lage der einzelnen Verbandstücke der Curven.

4. Die Holzstücke können auf zweierlei Art angewendet werden, um einer darauf wirkenden Kraft zu widerstehen.

5. Sie können eine auf ihre Enden wirkende Last tragen, diese mag nun entweder nach der Richtung der Fibern wirken, in welchem Falle sie den größten möglichen Widerstand leisten; oder schief auf diese Richtung, wie bei Bändern, mit welchen Balken in Gebäuden unterstützt werden. Dann leisten diese Stücke weniger Widerstand, und dieser verhält sich zum vorigen wie der Cosinus des Winkels, welchen die Richtung der Kraft mit den Holzfasern bildet, zum Halbmesser *), so daß er $=0$ wird, wenn die Stücke in dem angeführten Falle waagerecht liegen.

6. Diese Stücke können so beschwert werden, daß die Last in schiefer Richtung auf die der Holzfasern wirkt. Wenn sie z. B. in waagerechter Richtung in 2 Punkten an ihren Enden unterstützt und in der Mitte belastet werden, so widerstehen sie mit der geringsten Kraft; diese Kraft wird hernach zunehmen, so wie man den einen Unterstützungspunkt erhöht, und zwar im Verhältniß des Queersinus des Winkels der Richtung der Kraft mit der der Holzfasern zum Halbmesser, so daß diese Kraft unendlich groß sein müßte, wenn die Fibern nach der Länge in die Richtung jener Kraft fielen; und diese Regel muß in der That die bloße Geometrie geben, in welcher man die Zusammendrückungsfähigkeit und andere physikalische Eigenschaften des Holzes außer Acht läßt, welche den Widerstand desselben bedeutend vermindern.

7. Es ist daher gut, die Holzfasern in die Richtung der zu unterstützenden Last zu bringen, oder sie von dieser Richtung so wenig als möglich abweichen zu lassen, da das Holz in dieser Lage am stärksten widersteht.

8. Es würde daher nach diesem Grundsatze gut sein, die Hauptstücke der Lehrbogen in der Richtung der Halbmesser der Gewölbe, welche sie tragen sollen, anzubringen. Um hierüber zu urtheilen, ziehe man eine unbegrenzte senkrechte Linie GJ durch den Schwerpunkt F eines beliebigen Stücks $BCDE$ Fig. 1. (Taf. 52.) eines Gewölbes, schneide solche in J mit HJ in H, einem Punkte im Kreise YZ durch die Schwerpunkte aller Gewölbsteine, die unendlich klein angenommen werden, auf den Halbmesser durch H senkrecht, vollende hierauf das Parallelogramm $NLJS$, dessen eine Seite JM verlängert durch den Mittelpunkt A läuft, und in welchem N beliebig in der senkrechten JG angenommen worden. Dann

*) Physikalische Versucht von Musschenbroek, Theil I. S. 360.

wird die Diagonale JN die Schwere dieses Theils $BCDE$ des Gewölbes ausdrücken, die Seite JL den Druck, welchen derselbe auf die untern Wölbsteine $BCTV$ ausübt, und JS den Theil, welcher auf den Lehrbogen in der Richtung des Halbmessers AJ wirkt. Ein Gleiches wird bei allen übrigen Theilen des Gewölbes Statt finden.

9. Die zwei mittlern Bogen der Brücke über den Cher bei Tours, der eine 9 Toisen 4 Fuß, der andere 9 Toisen 1 Fuß 9 Zoll weit, sind auf nach dem vorangeführten Grundsatze verbundenen Lehrbogen aufgeführt. Fig. 3. (Taf. 52.) ist eine Zeichnung von einer dazu gehörigen Curve.

10. Fig. 4. ist auch eine Zeichnung von einer Curve, welche einige Aehnlichkeit mit der vorigen hat, und einstmals zum Lehrbogen der Assise-Brücke bei Tours, und später wieder zum großen Bogen der vorher erwähnten Cher-Brücke gebraucht worden ist. Die Weite eines solchen Bogens beträgt 10 Toisen, die Gewölbdicke, wie bei den 2 mittleren Bogen dieser Brücke, 3 Fuß; der Cubikfuß Quadersteine, von welchen sämmtliche Bogen gebaut sind, wiegt 145 bis 160 Pfund, und die Curven standen 6 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander.

11. Vergleicht man zwei auf verschiedene Weise verbundene Lehrbogen, welche aus gleich vielen und gleich großen Stücken bestehen, so leidet es keinen Zweifel, daß der, dessen Hängesäulen nicht nach dem Mittelpunkte zu laufen, viel schwächer sei; denn je mehr die Richtung der Hängesäulen von der nach dem Mittelpunkte abweicht, um so näher kommt der Winkel, den sie mit den Verbandstücken machen, auf welche sie sich setzen, einem rechten, was man nach §. 6. der Festigkeit des Lehrbogens wegen vermeiden muß. Daher ist derjenige Verband am stärksten, dessen nach dem Mittelpunkte zu laufende Hängesäulen mit der Richtung der Holzfasern den möglichst kleinsten Winkel bilden, da hier außer dem Spannriegel kein Hängeband vorkommt, welches mit einer Tangente der Wölblinie gleichlaufen könnte. (Taf. 52. Fig. 3.)

12. Wenn man auf einer Seite dadurch an Stärke gewinnt, daß man die Hauptstücken der Curven nach den Mittelpunkten der Gewölbe zu laufen läßt, so läßt sich übrigens einsehen, daß man viel Holz verliert, da es nöthig ist, alle Stücke bis zu einem oder einigen Stützpunkten zu verlängern, welche in der Nähe des gemeinschaftlichen Mittelpunkts angebracht werden müssen. Diese Verlängerung schwächt den Widerstand des Holzes, wie man §. 31. sehen wird. Die Stützpunkte können übrigens dem Durchgange des Wassers nachtheilig werden, und eben so das Holz von den Curven, so daß diese Anordnung nur in gewissen Fällen, wie die angeführten, paßt; und dennoch ist sie aus Gründen der

Digitized by Google

Sparſamkeit ſo viel als möglich zu vermeiden. Es ſoll nun unterſucht werden, welchen Erfolg die übrigen paſſendſten Lagen der Hauptverbandſtücke der Curven haben können.

13. Wenn der Theil des Gewichts der Gewölbſteine $BCDE$ (Taf. 52. Fig. 1.), welcher den Lehrbogen belaſtet, durch den Halbmeſſer AM ausgedrückt wird, ſo wird, wenn dieſe Kraft in eine waagerechte MP und eine ſenkrechte MO zerlegt wird, jede dieſer Linien die auf das Stück Holz wirkende Kraft ausdrücken, welche ſie vorſtellt, und dieſe beiden Kräfte werden zuſammen größer ſein, als die erſte.

14. Wenn das Stück MP und die andern dieſem ähnlichen verlängert werden, ſo finden ſie Stützpunkte im entgegengeſetzten Theile des Gewölbes; allein für die lothrechten, wie MO, müßten dergleichen geſchafft werden, was nur durch Mauern oder Pfähle möglich wäre, die immer den Durchgang des Waſſers verhindern und für die großen Bogen ſchwerlich feſt genug zu erhalten ſein würden.

15. Dieſer Unbequemlichkeiten wegen läßt man die unteren Stücke ſich gewöhnlich gegen die Stirn- oder Mittelpfeiler ſtemmen, ſo wie dies durch MT vorgeſtellt iſt. Im untern Theile des Bogens läßt man gewöhnlich Vorſprünge von Stein, zwiſchen welche die Holzſtücke zu ſtehen kommen. Geſprengte Lehrbogen nennt man ſolche, deren Widerlagsſäulen oder untere Verbandſtücke ſo eingerichtet ſind.

16. Dieſe Art von Lehrbogen iſt bequemer, und am häufigſten weniger koſtbar als die, deren Stützpunkte nicht auf die Stirn- und Mittelpfeiler fallen. Die letzteren ſind auch künſtlicher zuſammenzuſetzen, als geſprengte Lehrbogen, und es ſoll daher von den erſteren hier nichts weiter erwähnt werden, als was zur Vergleichung mit den letzteren nöthig ſein möchte.

17.*) Die waagerecht liegenden Hölzer mPM in den Curven, welche man Spannriegel nennt, werden gewöhnlich in 45 Grad Höhe eingezogen, um das Gewölbe an dieſer Stelle, welche für die ſchwächſte gehalten wird, beſſer zu unterſtützen. Allein da von ſolchen Stücken noch mehr angebracht werden müßten, um die Wölbſteine im obern Theile des Bogens xM zu tragen, etwa wie ab, und dieſe wieder durch andere Stücke am und bM in ac und bd unterſtützt werden müßten, was viel Holz koſten würde, ſo iſt das gewöhnliche Verfahren beſſer, nur einen Spannriegel anzubringen, der dann, wenn man will, durch ein oder zwei unmittelbar darunter gelegte Hölzer verſtärkt werden kann, während die übrigen Wölbſteine durch Bänder, wie mx, MX, unterſtützt werden, welche in

*) Nach Hrn. Pitot, Mitgliede der Akademie der Wiſſenſchaften, Jahrg. 1726. S. 220.

eine Hängesäule PX (Taf. 52. Fig. 3.) gezapft sind, und die Bogenstücke C tragen, auf denen die Schalhölzer D mit den Wölbsteinen E liegen.

18. Verdoppelt man auf jeder Seite die Widerlagssäulen MT und die Hängebänder MX; fügt man ferner den Dreiepel A und die Hängesäulen B hinzu, alles wie gewöhnlich verbunden, genagelt und verbolzt, um die vorerwähnten Stücke zu verbinden und zusammenzuhalten: so hat man eine gesprengte Curve Fig. 3., wie die von Herrn Pitot*) zu einem 10 Toisen weiten Bogen angenommene, und wie sie gewöhnlich zusammen gesetzt werden.

19. Wenn der Widerstand der Stücke TM und MX in Fig. 1. der durch den Halbmesser MA vorgestellten Kraft gleichgemacht wird, um dasselbe Stück $BCDE$ des Gewölbes tragen zu können, so müssen die Stücke durch ihre Verlängerungen MQ und MR, welche Seiten des Parallelogramms der Kräfte RQ sind, ausgedrückt werden, anstatt daß die Widerstände der Stücke TM und MP, wenn sie dieselbe Last tragen sollen, durch die so bezeichneten Linien, welche kleiner als die vorigen sind, ausgedrückt werden. Allein wenn man bei der letztern Anordnung etwas an Holzstärke verliert, so hat man dagegen bei der ersteren den Vortheil, daß die Stücke dem Gewölbe näher zu liegen kommen, was jetzt aus einander gesetzt werden soll.

20. Man gebraucht zuvörderst weniger laufende Fuß, als wenn die Stützpunkte vom Umringe weiter entfernt wären, weil man diese Stücke entweder länger machen, oder an dieselben noch andere bis zum Unterstützungspunkte ansetzen müßte, ohne daß es dadurch überflüssig würde, die übrigen Stücke an dem zu tragenden Umringe herumzuführen; die Sparsamkeit kann, wie man hernach sehen wird, sogar so weit gehen, daß die Spannriegel weggelassen werden, da diese noch zu weit vom Gewölbe abliegen.

21. Die nahe am Umringe angebrachten Stützpunkte gewähren einen zweiten wesentlichen Vortheil. Die Hauptstücke widerstehen durch dieses Mittel gegenseitig dem Drucke des Gewölbes, und zwar größtentheils in der §. 5. erwähnten vortheilhaften Lage. So pflanzt sich der Druck der Wölbsteine in AB und C (Taf. 53. Fig. 5.), welche die Anordnung der Lage, so die Hauptstücke der Curven erhalten sollen, angiebt, auf DE und F fort, in entgegengesetzter Richtung des von den untern Wölbsteinen herrührenden. In §. 72. soll auch noch gezeigt werden, daß die Verbandstücke durch den Druck, welcher von der Seite auf die

*) Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, S. 13.

Digitized by Google

Länge ihrer Fibern wirkt, und der, wie man weiß, der ungünstigste ist, nicht bemerkbar geschwächt werden.

22. Von der Fig. 3. (Taf. 52.) angegebenen Curve gilt nicht dasselbe. Die Wölbsteine, die auf die Enden der Drempel *A* und der Hängesäulen *B* drücken, wirken von der Seite und beinahe senkrecht auf die Richtung der Fibern der Stücke, welche diese tragen, vorzüglich wegen der geringen Länge der Knaggen, so daß, zusammengenommen mit der Last, die auf diese Stücke nach ihrer Länge *XM* und *MT* wirkt, alles leichter als im vorigen Falle auf das Biegen derselben wirken kann, wenn übrigens die Längen und Stärken der Hölzer gleich angenommen werden. Auch wird man bemerken, daß alle seitwärts auf die Richtung der Fibern der Hauptstücke wirkenden Kräfte, welche den größten Theil der gesammten Belastung ausmachen, nach dem Mittelpunkte des Gewölbes zu wirken, und dem Drucke desselben durchaus nicht entgegenwirken.

23. Aus vorstehenden Gründen glaubt man, daß die Hauptverbandstücke der Curven nach Richtungen von Sehnen des Bogens, oder mit diesen gleichlaufend eingesetzt werden müssen, die Gewölbe mögen groß oder klein, nach einem vollen halben Kreise oder nicht sein. Ausgenommen sind hiervon allein die zu großen Bogen, und zu solchen, welche nach Kreisbogen oder zu gedrückt aufgeführt werden, da diese wegen ihrer geringen Höhe an mehreren Punkten, außer denen an ihren unteren Enden, unterstützt werden müssen.

24. Da in Curven zu Bogen von mehr als 3 oder 4 Toisen Oeffnung mehr als eine Reihe Hauptverbandstücke nöthig ist, so müssen diese Stücke so angeordnet werden, daß sie Dreiecke mit einander bilden, wie Fig. 5. (Taf. 53.) zu sehen ist, um sich gegenseitig zu verstreben, und in der Mitte diejenigen zu unterstützen, welche rechtwinklicht auf ihre Fibern gedrückt werden, und endlich damit alles so verbunden sei, daß nichts aus seiner Lage kommen könne, wenn die Lehrbogen ungleichförmig belastet werden, wozu das Dreieck geeigneter ist, als jede andre Figur.

25. Die vortheilhafteste Lage für die Stücke, welche dazu dienen sollen, die vorigen mit einander zu verbinden und von einander zu halten, ist die, in welcher sie nach den Mittelpunkten der Bogen zu laufen; wenigstens müssen sie mit den Hauptstücken, die sie in einerlei Entfernung von einander halten sollen, so viel als möglich rechte Winkel machen.

Von den Hauptverbandstücken und deren Abmessungen.

26. Die äußersten krumm gearbeiteten Hölzer oder Bogenstücke machen zusammen einen um so kleineren Winkel, je länger sie sind. So würden zwei solche, deren jedes der Sehne eines Bogens von 22 Grad 30 Minuten gleich wäre, einen Winkel von 157 Grad 30 Minuten einschließen, und zwei andre, deren jedes zu einem doppelt so großen Bogen gehörte, einen Winkel von nur 135 Grad: woraus folgt, daß sie, da ihre Lage der nach dem Mittelpunkte des Gewölbes zu laufenden Richtung der Last in dem Punkte, in welchem sie sich schneiden, näher kommt, dem auf sie wirkenden Gewichte besser widerstehen. So werden in Fig. 2. (Taf. 52.) die Stücke AB und BC, welche Bogen von 45 Grad abschneiden, der in ihrem Durchschnittspunkte B in der Richtung BH wirkenden Last besser widerstehen, als CD, DE, EF und FG, welche Sehnen von nur 22 Grad 30 Minuten großen Bogen sind, und übrigens eben so stark und ebenfalls in Richtungen nach dem Mittelpunkte H zu belastet angenommen werden, ohne jedoch die Holzstärken zu berücksichtigen.

27. Ein Gleiches findet in Betreff der übrigen Hauptverbandstücke der Curven Statt, welche nach dem oben gemachten Vorschlage in jeder Reihe mit den Sehnen gleichlaufend sein, unter einander aber Dreiecke bilden sollen: weshalb sie, so wie die äußeren krumm gearbeiteten Stücke, so lang als möglich gemacht werden müssen.

28. Die größere Länge dieser Stücke gewährt noch einen bedeutenden Vortheil, nämlich den, daß sie besser mit einander verbunden sind, und dem Bestreben der Wölbsteine, sie durch ihr Gewicht aus der gehörigen Lage zu bringen, besser widerstehen, zumal wenn die Curven ungleichförmig belastet werden. Ein Beispiel wird dieß deutlicher machen.

29. Wenn die Stücke GH, HC, CF (Taf. 53. Fig. 5.) um die Hälfte kürzer, und in J, B, E blos in die Hängesäulen eingezapft wären, so würden die Stellen $KLAB$ und $ABDE$ weder unter einander, noch mit denen, auf welchen sie stehen, verbunden sein. Würde die Seite MK mit einigen Wölbsteinen mehr belastet als DO, so könnte der Theil $KLAB$, auf welchen in K ein etwas stärkerer Druck wirkte, sich etwas nach KL setzen, und verursachen, daß BA und ED sich etwas in die Höhe gäben, da diese Wirkung nur durch Bolzen im Verbande aufgehoben würde, und diese nicht stark genug sein könnten. Dann würde die Krümmung in K platt werden und das Ganze könnte einstürzen; aber wenn die Stücke GH, HC, CF Ganze bilden, so werden sie sich dem Verschieben des Bogens widersetzen, und es soll §. 72. gezeigt werden, daß ihr Widerstand fast allein hinreicht, jenen Unfall zu verhindern.

30.

30. Man sieht hieraus, daß die Anzahl der Bogenstücke in jeder Curve so viel als möglich vermindert werden muß. Ein Gleiches wird für jede Reihe der übrigen Hauptstücke Statt finden. Solcher Reihen müssen so viele angebracht werden, als nöthig ist, um der darauf wirkenden Gewalt zu widerstehen. Dies wird sich aus der Berechnung ergeben. Außerdem ist aber in Betreff der Zahl dieser Hauptstücke hier nichts weiter anzuführen.

31. Wenn die längsten Stücke die eben angeführten Vortheile gewähren, so müssen sie dagegen auch weniger stark sein, da Musschenbroek *) durch eine Menge von Versuchen gefunden hat, daß Stücke von gleichen Stärken, aber verschiedenen Längen, in lothrechter Richtung um so mehr Last tragen können, je kürzer sie sind, und zwar in umgekehrtem Verhältnisse der Quadrate ihrer Längen. So trägt ein Stück, welches doppelt so lang als ein andres ist, nur den vierten Theil von der Last, welche auf dieses gelegt werden kann, wenn sie übrigens von gleicher Stärke und Beschaffenheit sind. Auch hat derselbe gefunden, daß auf solche Weise belastete Stücke nach der Richtung ihrer schwächsten Seite brechen, und daß die Gewichte, bei denen sie zerbrechen, sich wie die breiten Seiten und die Quadrate **) der schmalen verhalten.

32. Wenn man keinen Vortheil von der größern Länge dieser Hölzer hat, und diese Länge sogar überflüssig ist, wie in den §. 12. erwähnten Fällen, so hat man nach dem vorigen §. einen Grund mehr, sie zu vermindern. Aber da diese Länge zu den eben vorgeschlagenen Curven nothwendig ist, so wird alles Erforderliche geschehen sein, wenn man das Biegen, wozu sie Veranlassung giebt, verhindert.

33. Zu dem Ende müssen diese Stücke an einer oder mehreren Stellen ziemlich in gleichen Entfernungen von in der Regel nicht mehr als 6 oder 8 Fuß durch andre umfaßt werden, wie in der Curve Fig. 5. (Taf. 53.), wo dies mit BE von 14 Fuß Länge in der Mitte, und mit EP von 26 Fuß Länge an drei Stellen geschehen ist, was zusammen genommen mit den Riegelhölzern, deren Enden man in Y und Z sieht, und die von einer Curve zur andern gehen und diese gemeinschaftlich mit den Schalhölzern in senkrechter Lage erhalten, verhindert, daß die Hauptverbandstücke an den Stellen, wo sie von andern Hölzern umgeben sind, sich nicht merklich biegen, was in Bezug auf die von der Länge abhängige Kraft, mit welcher jene Verbandstücke dem Zerbrechen widerstehen, fast dieselbe Wirkung hervorbringt, als wenn sie an den gedachten Stellen abgeschnitten wären. Man

*) Physikalische Versuche, Theil I. S. 356.

**) Durch spätere Untersuchungen hat sich gefunden, daß hier anstatt „Quadrate" Würfel gesetzt werden müsse. Anm. d. Ueb.

ſieht auch, daß in mehrere von dieſen Zangen, wie QC und RF, ſogar die Enden von einigen Hauptſtücken gezapft werden, und daß ſolche, wie AB und DE, außer daß zwei Reihen von den letztern darein gezapft worden, in der Mitte noch die Stücke HC und CF umfaſſen, ſo daß in dieſem Lehrbogen nur noch die Zangen ST, VX auf jeder Seite bleiben, die nur als ſolche dienen.

34. Es bleibt nun noch zu erörtern, wie ſtark dieſe Stücke werden müſſen; oder beſſer, welches Verhältniß ihre Seiten zu einander haben müſſen, weil ihre wirkliche Stärke von der Größe der Bogenweiten abhängt, und nach der Berechnung, welche hernach für die Curven jedes Bogens zugelegt werden ſoll, beſtimmt werden wird.

35. Herr Parent hat gezeigt *), daß das ſtärkſte vierkantige Stück, welches aus einem Baume erhalten werden kann, ſo beſchaffen ſein müſſe, daß das Quadrat einer ſeiner Seiten doppelt ſo groß iſt, als das der andern, ſo daß dieſe Seiten ſich beinahe wie 7 zu 5 verhalten **). Dies Verhältniß, bei welchem auch die Stücke leichter von andern umfaßt werden können, weil ſie auf die hohe Kante geſtellt werden müſſen, ſoll hier angenommen werden, um ſo mehr, da die etwas größeren Stücke Einſtämmlinge, d. h. gerade gewachſene Bäume, von denen nur die Schalen oder Schwartenſtücke abgeſchnitten worden ſein müſſen. Anſtatt daher zum Beiſpiel ein Stück 1 Fuß im Quadrat ſtark zu machen, wird es beſſer ſein, demſelben 10 Zoll Breite und 14 Zoll Höhe zu geben. Seine Stärke vermehrt ſich, nach §. 30. gerechnet, in dem Verhältniſſe von 216 zu 245, oder beinahe von 7 zu 8, das heißt, daß das letztere Stück $\frac{1}{8}$ mehr tragen kann, als das erſtere, welches gleichwohl $\frac{1}{18}$ mehr Holz enthält, beide von gleicher Länge und Beſchaffenheit angenommen ***).

36. Es iſt nützlich, dieſelbe Stärke und daſſelbe Verhältniß allen Hauptverbandſtücken, ſelbſt den Bogenſtücken, zu geben. Die Ausbauchung der letztern kann durch darauf gelegte Stücke, welche die Zimmerleute Knaggen nennen, gebildet werden, und zwar auf die bei der Beſchreibung des Verbandes der Curven angegebene Art. Indeſſen müſſen die Widerlagsſäulen, welche die Lehrbogen tragen, ſtärker gemacht werden.

37. Man hält dafür, daß die Hängeſäulen und Zangen quadratiſche Queerſchnitte haben müſſen, daß die Hängeſäulen, in welche die Hauptſtücke gezapft werden, ſo ſtark

---

*) Abhandlungen der Akademie, 1708.

**) Man ſehe Anmerk. S. 421.

***) Man vergleiche hiermit den Anhang. Anm. d. Ueb.

werden müſſen, als die letztern breit ſind, die Zangen aber nur $\frac{1}{4}$ hiervon, wobei dieſe 2 Zoll breit von einander entfernt bleiben, jene aber einander berühren.

38. Wenn die Gewölbe ganz aus Quadern beſtehen, ſo kommt unter die Mitte jeder Schicht Wölbſteine eine Reihe Schalhölzer. Es iſt vortheilhaft, dieſe letztern ſo zu legen, daß ſie höher als breit ſind, da die Laſt, welche ſie tragen können, ſich wie das Produkt aus dem Quadrat der Höhe in die Breite verhält. Die Kraft dieſer Schalhölzer nimmt ab, wenn ihre Länge zunimmt, nicht genau in umgekehrtem Verhältniſſe, wie man vor Hrn. v. Buffons Verſuchen, welche in den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1741 S. 237. ausführlich beſchrieben ſind, geglaubt hat, ſondern in einem größern, als dem umgekehrten dieſer Längen. Unabhängig von dieſem Vortheile glaubt man, daß es beſſer ſei, die Queerſchnitte dieſer Schalhölzer quadratiſch zu machen, damit ſie eine breitere Grundfläche erhalten, und weniger leicht aus der gehörigen Lage kommen, wenn man ſie unterkeilt, und die Wölbſteine verſetzt.

39. Wenn die Gewölbe zwiſchen den Häuptern von Bruchſteinen aufgeführt werden ſollen, ſo müſſen die Schalhölzer dicht an einander gelegt werden, und dann könnte man ſie etwas breiter als hoch machen, zumal bei großen Bogen, um ihre Zahl zu vermindern, und die Arbeit beim Auflegen derſelben weniger beſchwerlich zu machen.

40. Zur Vollendung der Lehrbogen brauchen außerdem nur noch Riegelhölzer eingebracht zu werden, durch welche die einzelnen Curven mit einander verbunden und im Lothe erhalten werden ſollen. Auf dieſe Weiſe angebrachte Hölzer widerſtehen entweder wegen der Zuſammendrückung oder wegen der Ausdehnung ihrer Fibern, welche dann in der Richtung der Kraft liegen. Von der erſtern dieſer beiden Arten von Widerſtänden iſt §. 4. die Rede geweſen, und die letztere nennt man die abſolute Feſtigkeit, weil ſie in Holz und überhaupt in allen Körpern die größte iſt. Man kann dieſelbe beim Eichenholze auf 58 bis 60 Pfund für die Quadratlinie annehmen, und man hat mehr als hinreichenden Widerſtand, wenn man dieſe Riegelhölzer ſo ſtark macht, als die eben angeführten quadratiſchen Schalhölzer.

Verbindung der Stücke.

41. Die gewöhnliche Art, die Curven vermittelſt Zapfen, Zapfenlöchern und andern Einſchnitten in die Hauptſtücke ſowohl als in die weniger bedeutenden, welche die Fibern trennen und die Hölzer ſehr ſchwächen, zu verbinden, iſt bekannt. Dieſe Verbindungen können nicht genau genug gemacht werden, damit alle Theile gleichförmig auf einander wirken. Angenommen ſogar, daß die Sache leichter ſei, als ſie in der That iſt, ſo würde das Holz

dennoch, wenn es eintrocknet und auf der Belastung gearbeitet wird, immer ungleichförmig und nur mit einem Theile seiner Stärke tragen, und dadurch noch von seiner Kraft verlieren.

42. Um diesem nachtheiligen Umstande zum Theil abzuhelfen, können zuvörderst alle Zapfenlöcher und Einschnitte in den Hauptverbandstücken weggelassen, und nur einige an deren Enden und an den Orten, wo sie jene nicht bedeutend schwächen, angebracht werden.

43. Alle Zapfenlöcher kommen im Allgemeinen in die Hängesäulen, welche die Hauptstücke mit einander verbinden, und werden nach Kreisbogen, deren Halbmesser jedesmal der Länge des Hängebandes gleich ist, so ausgearbeitet, daß die Enden der letztern, welche ihre volle Stärke behalten, und nach demselben Bogen, wie die Löcher, abgerundet werden, hineinpassen, wie solches in Fig. 6. (Taf. 53.) zu sehen ist.

44. Die Bogenstücke, welche nach §. 25. so lang als möglich sein müssen, würden gleichwohl sehr kurz werden, wenn man der gewöhnlichen Holzstärke nicht durch eine Aufsütterung oder Knagge zu Hülfe käme, die auf das darunter liegende Stück an jedem Ende mit einem starken Nagel befestigt wird, wie in Fig. 11. 12. 13. und in andern zu sehen ist.

45. Der größeren Sparsamkeit wegen könnte man auch nach den Umständen 2 Knaggen auf einander legen, und die, welche zu lang werden würden, aus mehreren Stücken so zusammensetzen, daß ihre Stöße in die Hängesäulen fielen (Fig. 6.). Die Stücke werden eben nicht weniger im Stande sein, eine Last zu tragen, welche rechtwinklicht auf die Richtung ihrer Fibern wirkt, als wenn sie aus dem Ganzen wären, und die Ausgabe wird dadurch vermindert. So z. B. können (in Fig. 8.) die Knaggen AL und AJ im Lehrbogen zum 15 Toisen weiten Gewölbe aus drei Stücken bestehen, welche unter den Hängesäulen CD, EF um ihre halbe Stärke über einander geschnitten sind, und wovon jedes mit Einschluß der Stöße nur 8 Fuß 8 Zoll lang ist.

46. Wenn die Knaggen doppelt sind, wie im untern Theile der Curve zu einem 25 Toisen weiten Bogen, so könnten dieselben nur $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ mal so stark sein, als die Hauptstücke: wie aus dem Queerschnitte ersehen werden kann.

47. In den Curven kommen 2 verschiedene Arten von Hängesäulen vor. In die von der ersten, in Fig. 6. mit AB, CD, EF bezeichnet, werden oben die Enden der Bogenstücke, wie in der Zeichnung angegeben, unten die Hängebänder HB, BD, DF und FG bogenförmig, nach §. 43., eingelassen. Unmittelbar über den untern Zapfenlöchern werden sie so ausgeschnitten, daß die mit JK, KL und LM bezeichneten Stücke

Digitized by Google

voll durchgehen. Die Hängesäulen werden an jedem Ende durch einen Bolzen mit Splint und Scheibe mit einander verbunden.

48. In den Curven zu Bogen von nur 3 Toisen Oeffnung und darunter kann anstatt dieser doppelten Hängesäulen eine einfache genommen, und die Bogenstücke können eben so verbunden werden. Es findet blos ein Unterschied in Hinsicht der Dicke Statt (Fig. 14.).

49. Die Hängesäulen der zweiten Art K und L (Fig. 6.) kommen in die Mitte der Bogenstücke, mit denen sie verbunden werden, auf diese rechtwinklicht zu liegen. Dicht unter diesen Bogenstücken werden die Enden der Hängebänder JK, KL und LM ebenfalls nach Kreisbogen, wie vorher beschrieben, abgerundet in dieselben eingelassen, und ihre untern Enden so ausgeschnitten, daß die tiefer liegenden Stücke BD und DF vollkantig durchgehen, aber nur auf den Seiten anliegen, während über denselben so viel Spielraum gelassen wird, um das unvermeidliche, vom Zusammendrücken der Fibern herrührende Setzen zu befördern; hernach können sie verkeilt werden, wenn man es für nöthig hält. Die Hängesäulen werden oben durch die Bogenstücke verbolzt. Unterhalb geschieht dasselbe unmittelbar unter den rechtwinklicht durchgehenden Stücken, und nicht, wie gewöhnlich, durch die letztern. Hierdurch wird verhütet, daß sie nicht in dieser Richtung belastet werden, bei der, wie man weiß, das Holz mit der geringsten Kraft widersteht.

50. Außerdem werden auch noch Zangen M, N, O, P, Q, R, S, T mitten zwischen den Hängesäulen angebracht. Sie werden wie die der letztern Art verbunden und verbolzt, so daß ebenfalls wenigstens ein halber Zoll Spielraum über den durchgehenden Stücken bleibt, weil sie diese nur unten und an den Seiten zu halten brauchen, wodurch die Bänder, wie z. B. BD und DF, wenn sie nach der Länge zu sehr zusammengedrückt werden und sich biegen sollten, dies nur nach oben, wie nach K und L zu, geschehen könnte, wo die Last des Gewölbes selbst entgegen wirkt. Wenn man bemerkt, daß diese Stücke wirklich anfangen sich zu biegen, so braucht man nur in die darüber in den Zangen gelassenen Zwischenräume Keile einzuschlagen, wodurch die ganze Widerstandskraft erhalten wird. Bei diesen Vorsichtsmaaßregeln werden die Verbandstücke nie nach leeren Räumen zu drängen, und immer sich unter einander und mit dem Gewichte des Gewölbes verstreben und so erhalten.

51. Wenn die Hängesäulen und Zangen eine gewisse Länge haben, so kann man außer den Bolzen noch je zwei hölzerne Keile in entgegengesetzten Richtungen, die sich dadurch einander anziehen, darein bringen.

Digitized by Google

52. Diese Zangen sind vorzüglich nur in den großen Bogen nützlich, wo der Raum zwischen je 2 Hängesäulen zu groß wäre, und man fürchten müßte, daß die Hauptstücke sich verschieben könnten.

53. Auch kann in Curven zu kleinen Bogen von 3 bis 7 Toisen Oeffnung eine waagerecht liegende Zange anstatt des Spannriegels angebracht werden. Die mittlere Hängesäule und die übrigen werden dann verlängert, und mit der Zange gegenseitig um die halbe Holzstärke über einander geschnitten, welches aus den mitgetheilten Zeichnungen zu Curven verschiedener Bogen und aus Fig. 13. zu ersehen ist.

54. Von Bändern, Eckbändern, Strebebändern, Drempeln, großen und kleinen Sturmbändern und Kreuzbändern, alles Verbandstücke, die man gewöhnlich in den Lehrbogen anbringt, und die in den hier beschriebenen, wo sie zu nichts nützen würden, weggelassen sind, wird weiter nichts erwähnt werden. Sie würden nur die Kosten vermehren und Verbindungen nöthig machen, die nur das Holz schwächen würden.

55. Wenn die Curven auf diese Weise auf dem Zimmerplatze nach einer Lehre abgebunden worden, welche für kleine Bogen an eine Mauer, für größere auf einen waagerechten Boden aufgeschnürt wird, so brauchen sie nur noch gerichtet und auf ihre Stützpunkte gebracht zu werden.

56. Das Richten geschieht auf Nothbrücken, welche bei großen Bogen auf Pfählen oder auf Schiffen angelegt werden können, mit Krahnen und andern Hebezeugen, welche auf die Mittel- und Stirnpfeiler gesetzt werden, wie dies gewöhnlich geschieht. Die Widerlagssäulen werden entweder auf Kragsteine, die auf der hintern Seite etwa 1 Zoll tief ausgearbeitet werden, wie bei *P* Fig. 5., oder in Vertiefungen, die man im Mauerwerke gelassen hat, wie bei *M* und *O* Fig. 5., oder auf Schwellen Fig. 6., oder auf Schwellen und Stichbalken, wie bei *T* Fig. 3. (Taf. 52.), oder auf Holme, welche auf Drempeln liegen, die nach den Absätzen der obersten Schichten der Grundmauern ausgeschnitten sind, und in welche die Stücke auch mit Versatzung greifen können, wie bei *F* Fig. 17. (Taf. 53.), gesetzt.

57. Man wähle nach den Umständen die passendste von diesen verschiedenen Einrichtungen, und dürfte die erste zu Curven von weniger als 5 bis 6 Toisen weiten Bogen hinreichend sein, wodurch die dann unnütz werdenden Schwellen erspart würden.

Digitized by Google

Aufstellung der Lehrbogen.

58. Aus der ausführlichen Beschreibung der Lage, der Anzahl, der Abmessungen und der Verbindung der einzelnen Stücke, aus denen die Lehrbogen bestehen, geht größtentheils hervor, wie ich glaube, daß sie gebaut werden müßten; allein zu mehrerer Deutlichkeit sind hier Zeichnungen von 10 Curven, theils zu im vollen halben Kreise gewölbten, theils zu gedrückten Bogen von 1, 2 u. s. w. bis 10 Toisen Oeffnung, und außerdem noch zu einem 12 Toisen weiten, 4 Toisen hohen gedrückten Bogen beigefügt.

Was die Curven zu noch weiteren Bogen betrifft, so findet man dergleichen auf den nachfolgend angegebenen Kupfertafeln, nämlich:

zu Gewölben von 12 Toisen Weite, nach Kreisbogen von 6 Fuß Höhe, die zur Brücke bei Pont-Saiute-Mairence gebrauchten auf Taf. 19.;

zu 15 Toisen weiten, 5 Toisen hohen Bogen, die von der Brücke über die Seine bei Nogent auf Taf. 51.;

zu 18 Toisen weiten, 6 Toisen hohen Gewölben, die von den kleinen Bogen der Brücke bei Mantes auf Taf. 15.;

zu 20 Toisen weiten, auf $\frac{1}{3}$ der Oeffnung gedrückten Gewölben, die vom mittelsten Bogen der Brücke bei Mantes, und die von den eben so weiten, aber auf $\frac{1}{4}$ der Oeffnung gedrückten Bogen der Brücke bei Neuilli auf Taf. 18.

Auf Taf. 36. findet man auch die Zeichnung von einer Curve eines Lehrbogens zu einem Gewölbe nach einem Kreisbogen von 150 Fuß Sehne und 14 Fuß Höhe, welches ich zu einer Brücke über einen Arm der Seine bei Melun vorgeschlagen habe, wo die Curven aber durch drei Reihen Pfähle in der Mitte unterstützt werden sollen.

Fügt man zu den Zeichnungen aller dieser Curven, deren Ausführung gelungen ist, indem sie Gewölbe von harten Steinen, wovon der Cubikfuß 170 bis 180 Pfund wog, getragen haben, noch die von den 18 Fuß weiten Bogen der Brücke zu Brunoi (Taf. 21.), von den 4 Toisen weiten der bei Rosoi (Taf. 22.), und von den 8 und 9 Toisen weiten der bei Chateau-Thierry (Taf. 20.), welche Brücken ich sämmtlich habe bauen und im Jahre 1787 beendigen lassen, so wird man Hülfsmittel genug haben, um ähnliche Curven zu entwerfen, von denen man sich einen günstigen Erfolg versprechen, und deren man sich gleichfalls, wenn man das Holz stärker oder schwächer annimmt, zu Bogen von den angeführten nahe kommenden Weiten bedienen kann. Allein der größeren Erleichterung wegen sind in der, gegenwärtiger Abhandlung angehängten Tabelle die Abmessungen an-

gegeben, welche die Verbandstücke von Curven zu Bogen von bis zu 24 bis 25 Toisen Oeffnung erhalten müssen.

59. Man sieht in den Zeichnungen von den Curven, daß ihre Stützpunkte in verschiedenen Höhen liegen. Eine Erklärung über die Bestimmung dieser Höhen wird hier am rechten Orte stehen.

60. Wenn man Lehrbogen richten will, so sind die Fangedämme schon weggenommen oder müssen weggenommen werden, so daß der kleinste Wasserspiegel, in welchen gewöhnlich der Anfang der Bogen fällt, die tiefste Lage des Stützpunktes bezeichnen muß. Indessen kann man den letztern durch Drempel, wie die bei *A* Fig. 7. (Taf. 53.) vorgestellten, und die, zugleich mit dem darauf gezapften Verbandstücke, auf die Absätze gestellt werden, unter das Wasser bringen. Jetzt muß auch noch die höchste Lage, welche der Stützpunkt erhalten kann, ausgemittelt werden.

61. Die Kraft *) zur Bewegung eines Körpers mit ebener und glatter Grundfläche auf einer waagerechten gleichfalls glatten Ebene muß einem Drittel des Gewichts gleich sein, blos um die Reibung oder das Ineinandergreifen der sich berührenden Grundflächen zu überwinden; woraus folgt, daß, wenn man diese Last auf eine geneigte Ebene legte, sie erst dann anfangen würde abzugleiten, wenn die Höhe der geneigten Ebene $\frac{1}{3}$ ihrer Länge wäre; aber der Winkel, den eine solche Ebene mit einer waagerechten machte, würde 18 Grad 20 Minuten enthalten. Daher werden in Fig. 5. die ersten Gewölbsteine, die man, auf dem Mörtel in den Fugen liegend, ansehen kann, als lägen sie auf polirten Flächen, sich so lange halten können, bis sie einen eben so großen Winkel mit dem Horizont machen, dann aber jeden Augenblick abgleiten können. Vermindert man diesen Winkel auf 12 bis 13 Grad in *PO*, so kann man das Verbandstück *DO* aufsetzen. Dies wird sogar den Wölbstein, worauf es steht, zurückzuschieben streben, wenn er ja noch abgleiten könnte, und dies ist der höchste unter allen denen, auf welche man die Curven in diesem Gewölbe setzen kann. Betrachtet man die Reibung eines auf eine Bohle gelegten Steins, so würde der Winkel, der Erfahrung gemäß, 39 Grad 52 Minuten enthalten. Indessen muß man sich doch immer an das eben angeführte halten, um nicht der Gefahr ausgesetzt zu sein, die Kragsteine zu hoch zu legen. Wäre der Bogen gedrückt, wie in Fig. 6., so könnte der Kragstein *M*, dessen obere Fläche mit dem kleinen Halbmesser *GV* einen Winkel von 12 bis 13 Grad bildet, als Stützpunkt dienen.

62.

*) Nach Hrn. Amontons.

62. Die Curven werden kleiner und ihre Widerlagssäulen kürzer, wenn man sie so auf Wölbsteine setzt, die ohne Lehrbogen versetzt werden können; allein man muß sich hüten, den Stücken durch diese Einrichtung eine so schiefe Lage zu geben, daß sie dadurch geschwächt würden, was hier zu vermeiden gesucht worden. So sieht man z. B., daß die höhere Lage des Stützpunktes O die Curve nicht schwächt, da OD mit EP, welches auf dem Kragsteine unter dem Anfange des Bogens steht, gleichlaufend ist. Im gedrückten Gewölbe ist das Stück LM in der That gegen eine waagerechte Ebene geneigter als FG oder ET; aber diese Lage wird wegen der Verbindung der Stücke unter einander nöthig, und müßte auch ohne höhere Lage des Stützpunktes Statt finden. Anders wäre es, wenn alle unterste Bänder auf einerlei Stützpunkte fielen, und aus diesem Grunde sind sie in den Bogen von 9 Toisen und darüber auf mehrere vertheilt worden. Man findet sogar, daß dadurch die Lehrbogen fester und die Hauptstücke weniger angegriffen werden.

Berechnung des auf die Lehrbogen wirkenden Druckes *).

63. Die Lehrbogen werden den größten Druck erleiden, wenn alle Wölbsteine bis auf den Schluß eingebracht sind, während durch die Einbringung dieses letztern die Lehrbogen wirklich entlastet werden.

64. Ein Theil der untern Wölbsteine, wie EG und AH auf jeder Seite des Gewölbes (Fig. 6.), muß nach oben zwischen diejenigen zurückgeschoben werden, welche im übrigen Theile des Bogens über ihm liegen. Herr Couplet **) hat durch eine von ihm angestellte Berechnung gefunden, daß dieser Theil in Gewölben im vollen halben Kreise auf jeder Seite 30 Grad einnehme, innerhalb welcher die Gewölbsteine die Lehrbogen keineswegs belasten.

65. Die übrigen Wölbsteine drücken eben so wenig mit ihrem ganzen Gewichte auf die Lehrbogen, weil ein Theil ihres Gewichts dem Herabsinken des eben erwähnten untern Theils des Bogens entgegenwirkt. Herr Couplet zeigt durch seine Rechnung, daß das

*) Das ganze von §. 63 bis §. 150. und in dem auf den letztern folgenden Nachtrage angegebene Verfahren zur Berechnung der Stärke der Verbandstücke der Lehrbogen ist wieder hier blos mit angeführt, um von Perronets Ansichten nichts wegzulassen, kann aber nicht zum Gebrauch empfohlen werden. Man sehe vielmehr das hierher Gehörige im Anhange. Anm. d. Ueb.

**) Abhandlungen der Akademie, Jahrg. 1729. 9te Aufgabe.

Gewicht der Gewölbsteine sich zur Belastung der Lehrbogen wie ein Bogen von 60 Grad zum Doppelten seines Sinus weniger demselben Bogen verhalte. Die Gewölbsteine sind hierbei sogar als polirt angenommen, wonach die Rechnung die auf die Lehrbogen drückende Last noch schwerer angiebt, als sie wirklich ist.

66. Theilt man den Halbmesser eines Kreises in 10000 Theile, so enthält deren ein Bogen von 60 Grad 10476 und sein Sinus 8660. Daher wird sich das ganze Gewicht der Wölbsteine zu dem davon auf die Lehrbogen wirkenden Theile wie $10476 : 2 \times 8660 - 10476 = 6844$, also beinahe wie $3 : 2$ verhalten; d. h. die Wölbsteine belasten ihre Lehrbogen nur mit $\frac{2}{3}$ ihres Gewichts, und zwar nur auf $\frac{2}{3}$ des halben Gewölbes, da der untere Theil des Gewölbes auf jeder Seite bis zum 30sten Grade nicht auf die Lehrbogen drückt, so daß man, wenn man will, zur Abkürzung der Rechnung ohne merklichen Fehler nur $\frac{2}{3}$ des Gewichts des Gewölbes zu nehmen braucht, um die Belastung des Lehrbogens zu finden.

67. Die Gewölbe können mehr oder weniger gedrückt sein. Gewöhnlich giebt man ihnen ein Drittel ihrer Weite zur Höhe, und dies Verhältniß ist auch bei den Curven, von denen Zeichnungen gegeben sind, angenommen worden.

68. Man kann diese Bogen auf mehrere Arten auftragen. Bei Zeichnung der Curven ist die von Hrn. Pitot vorgeschlagene angenommen worden, nach welcher die ganze krumme Linie aus 3 Bogen besteht, deren jeder 60 Grad enthält, wie sogleich beschrieben werden soll. Das Verfahren ist einfach, und die Linie scheint gut zu sein, zumal für Bogen von gewöhnlicher Größe.

69. In Fig. 6. (Taf. 53.) sei ZC die Höhe des Gewölbes, G nach X getragen, ZY dem vierten Theile von ZX gleich gemacht, aus Y mit YX der Kreisbogen ab, und aus a mit ab der Bogen bc beschrieben, so sind der Punkt c und der auf der andern Seite der Mitte Z der großen Achse eben so weit als c von dieser entfernte V, die Mittelpunkte, aus denen die Bogen HA, GE jeder von 60 Grad beschrieben werden, und man erhält den Mittelpunkt des obern Bogens in der Spitze F des auf CV beschriebenen gleichseitigen Dreiecks. Den Beweis findet man in Hrn. Pitot's Abhandlung.

70. Im Allgemeinen wird man bemerken, daß der erste Bogen EG, welcher 60 Grade des gedrückten Bogens enthält, in der Ummessung wenig von GE, von 30 Graden des

vollen halben Kreises, unterschieden ist, und daß jener beinahe wie dieser von der Last der obern Wölbsteine gehalten werden könne. Es ist zwar wahr, daß der gedrückte Bogen weniger Ummessung hat, und die untersten Wölbsteine weniger belastet, auch daß diese letztern mehr Neigung haben; allein die Wölbsteine sind als glatt angesehen worden, was nicht der Fall ist. Man sieht sogar aus §. 61., wie fest sie allein durch die Reibung gehalten werden. Daher kann man zur Abkürzung der Rechnung ohne merklichen Fehler annehmen, daß der erste Bogen von 60 Grad auf jeder Seite des Gewölbes die Lehrbogen gar nicht oder nur sehr wenig belasten werde, wenn alle Wölbsteine mit Ausschluß des Schlusses eingebracht sind.

71. Es bleibt daher hier nur der aus F beschriebene Bogen ACE, der auf die Lehrbogen wirken wird. Allein das Gewicht der Wölbsteine, aus denen dieser Bogen besteht, wird sich zu demjenigen Theile dieses Gewichts, welcher Druck auf die Lehrbogen ausübt, wie schon §. 65. erwähnt, verhalten wie der Bogen zum zwiefachen seiner Sehne weniger dem Bogen. Dies Verhältniß kann $= 11:10$ gesetzt werden, da sich der Bogen von 60 Grad zu seiner Sehne beinahe wie $22:21$ verhält; woraus folgt, daß von dem gefundenen Gewichte der Wölbsteine in diesem obern Bogen $\frac{10}{11}$ für den Druck auf die Lehrbogen genommen werden müssen.

72. Da die mit den kleinen Halbmessern Hc und VG beschriebenen Bogen die Lehrbogen gar nicht oder doch nur wenig belasten, so ist in allen Curven angenommen, daß auf das obere Ende jener Bogen Hängesäulen AB und EF treffen, um in den Rechnungen nur die obern Theile der Curven, wie $ABCD$ und $CDEF$, berücksichtigen zu müssen.

73. Zur Ausmittelung des Gewichts der Gewölbe muß man ihre Dicke und das Gewicht der Steine kennen.

74. Die Dicke der Gewölbe im vollen halben Kreise ist in einer von mir über diesen Gegenstand gelieferten Abhandlung so bestimmt worden, daß dafür die Länge genommen wird, welche man erhält, wenn man zum 24sten Theile des Durchmessers 1 Fuß rechnet, und hernach hiervon für jeden Fuß Durchmesser 1 Linie abzieht. Bei gedrückten Bogen sucht man die Länge des Halbmessers, womit der obere Bogen beschrieben werden muß, verdoppelt diesen Halbmesser, nimmt diese Länge als Durchmesser, und verfährt dann übri-

gens wie bei den Bogen im vollen halben Kreise. Auf die Art und das Gewicht des Steins und der Materialien wird keine Rücksicht genommen. Man braucht nöthigenfalls nur die Häupter der Bogen dicker zu machen; wenn aber der Stein sehr hart ist, so braucht man auch den größern Halbmesser der länglich-runden, auf $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ der Weite gedrückten Bogen nicht zu beachten, wie ich es bei der Brücke bei Neuilli gethan habe, deren Schlußsteine für die 120 Fuß weiten, auf $\frac{1}{4}$ dieses Maaßes gedrückten Bogen nur 5 Fuß hoch sind, weil der dazu gebrauchte Saillancourt'sche Stein viel härter als der aus den Steinbrüchen bei Paris ist.

75. Der Cubikfuß Quadern, womit am häufigsten die Gewölbe aufgeführt werden, wiegt ohngefähr 120 bis 180, also im Durchschnitte 150 Pfund. Dies ist auch beinahe das Gewicht der Steine aus der Gegend von Paris, die auch der Güte nach zwischen die weichsten und die härtesten fallen, so wie der St. Leu'sche und der Sandstein. In den folgenden Berechnungen ist der Stein zu diesem Gewichte, und die Entfernung der Curven von Mitte zu Mitte 6 Fuß angenommen worden. Welche Abänderungen in diesen Entfernungen und der Stärke der Unterlager getroffen werden müssen, wenn die Bogen von Quadern oder von Bruchsteinen aufgeführt werden sollen, von denen der Cubikfuß nicht ohngefähr 150 Pfund wiegt, soll noch angegeben werden.

76. In der hier folgenden Tafel ist angegeben, mit welchem Gewichte die verschiedenen Arten von Lehrbogen nach den angeführten Grundsätzen belastet sind. Die Gewölbdicken sind nach der angegebenen Regel bestimmt. Wenn die Dicke zwischen den Häuptern dieselbe bleibt, so können die Wölbsteine in den Häuptern höher gemacht werden, wenn man es für nöthig hält, ohne daß jedoch deshalb die darunter liegenden Curven stärker gemacht zu werden brauchen, da sie nur halb so viel zu tragen haben, als die mittleren.

Bogen im vollen halben Kreise.									Auf ⅓ der Weite gedrückte Bogen.							
Durchmesser des Bogens	Dicke der Gewölbe			Länge der mittlern Wölbung			Ganzes Gewicht eines 6′ langen Stücks des Gewölbes	Belastung der Lehrbogen; ⅔ vom vorigen Gewicht	Dicke der Gewölbe			Länge der mittlern Wölbung des obern Bogens			Gewicht eines 1 Fß langen Stücks des obern so enthaltenden Bogens	Belastung der Lehrbogen; $\frac{17}{18}$ vom vorigen Gewicht
Tois.	Fß	Zoll	L.	Fuß	Zoll		Pfund	Pfund	Fß	Zoll	Lin.	Fuß	Zoll	Lin.	Pfund	Pfund
1	1	2	6	11	3	$\frac{11}{12}$	12300	5466	1	3	6	5	3	0	6103	5548 $\frac{2}{17}$
2	1	5	0	21	1	0	26881	11925	1	7	4	9	11	10	14381	13073 $\frac{7}{17}$
3	1	7	6	30	10	14	45101	20045	1	10	10	14	8	7	25199	2.908 $\frac{1}{17}$
4	1	10	0	40	7	$\frac{3}{4}$	66982	29769	2	2	7	19	5	4	38767	35242 $\frac{8}{17}$
5	2	0	6	50	4	$\frac{13}{24}$	92518	41119	2	6	0	24	2	1	54390	49445 $\frac{3}{17}$
6	2	3	0	60	1	$\frac{7}{8}$	121717	54096	2	10	1	28	11	1	73935	67213 $\frac{7}{17}$
7	2	5	6	69	10	$\frac{3}{24}$	154554	68690	3	2	0	33	8	1	95969	87244 $\frac{6}{17}$
8	2	8	0	79	7	$\frac{3}{4}$	191083	84925	3	5	2	38	4	8	118533	107757 $\frac{1}{17}$
9	2	10	6	89	4	$\frac{1}{2}$	231257	102780	3	8	8	43	1	4	144422	131292 $\frac{8}{17}$
10	3	1	0	99	1	$\frac{5}{8}$	275084	122259	4	0	6	47	10	3	174667	158788 $\frac{5}{17}$
11	3	3	6	108	10	$\frac{5}{8}$	322600	143377	4	4	0	52	6	11	205043	186402 $\frac{2}{17}$
12	3	6	0	118	7	$\frac{3}{4}$	373712	166094	4	7	6	57	3	7	238504	216821 $\frac{9}{17}$
13	3	8	6	128	4	$\frac{11}{12}$	428529	190457	4	11	6	62	0	8	276922	251747 $\frac{3}{17}$
14	3	11	0	138	1	$\frac{9}{8}$	486991	216440	5	3	0	66	9	5	315557	286870
15	4	1	6	147	10	$\frac{11}{12}$	549117	244052	5	6	9	71	6	3	357957	325415 $\frac{5}{17}$
16	4	4	0	157	8	0	614875	273277	5	10	0	76	2	10	400238	363852 $\frac{8}{17}$
17	4	6	6	167	5	$\frac{1}{24}$	684352	304156	6	1	10	80	11	8	448350	407590 $\frac{10}{17}$
18	4	9	0	177	2	$\frac{1}{4}$	757437	336638	6	5	5	85	8	6	497644	452403 $\frac{7}{17}$
19	4	11	6	186	10	$\frac{5}{24}$	833875	370611	6	9	2	90	5	4	550580	500517 $\frac{3}{17}$
20	5	2	0	196	8	$\frac{3}{4}$	914610	406493	7	0	6	95	1	11	603074	548249 $\frac{2}{17}$
21	5	4	6	206	5	$\frac{5}{24}$	998684	443859	7	4	4	99	10	10	661856	601687 $\frac{3}{17}$
22	5	7	0	216	2	$\frac{1}{2}$	1086481	482880	7	8	0	104	7	8	722008	656370 $\frac{10}{17}$
23	5	9	6	225	11	$\frac{1}{2}$	1177807	523469	7	11	6	109	4	9	783547	712315 $\frac{4}{17}$
24																
25	6	0	0	235	8	$\frac{1}{2}$	1272857	565714	8	3	4	114	1	3	850076	772796 $\frac{4}{17}$

Berechnung der Festigkeit der Lehrbogen.

77. Um die Festigkeit der Lehrbogen berechnen zu können, muß zuvörderst die des Holzes bestimmt werden.

78. Das Holz, dessen man sich zu den Lehrbogen am häufigsten bedient, ist Eichenholz. Herr von Buffon hat über die Festigkeit desselben, wenn es waagerecht liegt und in der Mitte belastet wird, Versuche im Großen angestellt. In den nachfolgenden Berechnungen wird hierauf Bezug genommen werden, und wenn dergleichen für die Abmessungen der anzuwendenden Hölzer fehlen sollten, so soll die Festigkeit der letztern nach den Versuchen mit Holzstücken, deren Längen und Stärken den ihrigen zunächst kommen, beurtheilt, und hierbei mit Galilei angenommen werden, daß die Festigkeit von Hölzern von gleichen

Längen ſich wie die Produkte aus den Breiten in die Quadrate der Höhen verhalten. Dieſer Satz iſt übrigens durch die Erfahrung beſtätigt. In Betreff des Einfluſſes der Lage der Holzſtücke ſoll das §. 6. Angeführte zum Grunde gelegt werden.

79. Die Verbandſtücke der vorgeſchlagenen Curven ſind auf eine ſolche Weiſe angeordnet worden, daß die Laſt vorzüglich auf ihre Enden in der Richtung der Faſern wirkt, weil ſie, wie vorbemerkt, in dieſer Lage bei weitem mehr Widerſtand leiſten können, als wenn ſie die im vorigen §. angegebene Lage haben.

80. Die größere Feſtigkeit, welche alsdann das Holz hat, erlaubt keine hinlänglich im Großen angeſtellte Verſuche, um darauf rechnen zu können. Herr Pitot ſchätzt in der Berechnung der Feſtigkeit zweier Lehrbogen, welche er in den Abhandlungen vom Jahre 1726 vorſchlägt, die Feſtigkeit einer Quadratlinie derſelben auf 50 Pfund, weil er unter Anwendung der Verſuche über die Feſtigkeit waagerecht liegender, an zwei Punkten unterſtützter, in der Mitte belaſteter Hölzer, über welche Herr Parent in den Abhandlungen vom Jahre 1708 Bericht erſtattet hat, aus denſelben nach Hrn. Varignons Formel geſchloſſen hat, daß die abſolute Feſtigkeit des Holzes, oder die Kraft, mit welcher daſſelbe dem Zerreißen widerſteht, 58 bis 60 Pfund auf die Quadratlinie betrage, was ihm ſeine eigenen Erfahrungen beſtätigt haben.

81. Hr. Pitot nimmt an, daß das Holz mit einerlei Kraft widerſtehe, die Faſern mögen nach ihrer Länge zuſammengedrückt oder aus einander gezogen werden, und hat auf die verſchiedenen Längen der einzelnen Verbandſtücke wegen der Hängeſäulen und Zangen, welche ſie nach ſeiner Vorausſetzung umfaſſen, keine Rückſicht genommen. Indeſſen ſind dieſe Hängeſäulen und Zangen nicht gleich weit, ja ſogar mitunter zu weit von einander entfernt.

82. Muſſchenbroek hat das mit den Phyſikern vor ihm gemein, daß er ſeine Verſuche über die abſolute Feſtigkeit des Holzes nicht hinlänglich im Großen hat anſtellen können; allein er hat ſie im Kleinen ſehr oft widerholt, und ſie dürften, eben ſowohl als die daraus abgeleiteten, §§. 5. und 30. angeführten Sätze vorzuziehen ſein, da, nach denſelben, die Hölzer von den am häufigſten vorkommenden Längen weniger Widerſtand leiſten, wodurch die Rechnung um ſo mehr Sicherheit gewährt.

83. Ein Stück Holz, 1 Fuß im Quadrat ſtark, 7 Fuß 6 Zoll lang, alles nach Rheinländiſchem oder Leydener Maaß, wovon ſich der Fuß zum Pariſer Fuß wie 139:144

verhält *), kann nach Muſſchenbroek's **) Schlüſſen 132544 Leydener Pfund tragen. Aber 100 franzöſiſche Pfunde ſind ſo viel als 106 Leydener. Wollte man daher ausmitteln, wie viel franzöſiſche Pfunde ein Stück tragen könnte, welches eben ſo viel Pariſer Fuße lang und ſtark wäre, als das angeführte Rheinländiſche, ſo müßte man zuvörderſt bedenken, daß daſſelbe länger wäre, als das, womit Muſſchenbroek den Verſuch angeſtellt hat, da der Pariſer Fuß 5 Linien größer iſt, als der Leydener, wobei erſteres, wenn die Stärke gleich bliebe, ſchwächer würde, und zwar, wie ſchon geſagt, in umgekehrtem Verhältniſſe der Quadrate der Längen; ferner daß der Queerſchnitt zugenommen hätte, aber nicht in einerlei Verhältniß mit der Länge, da jener eine Fläche, dieſe eine Linie iſt. Zudem muß man wiſſen, daß die Widerſtände von Stücken von gleicher Länge in dem geraden Verhältniſſe ihrer Queerſchnitte ſtehen. Man ſetze nunmehr $a = 132544$ Pfund; $g = 1$ Quadratfuß; $L = 7$ Fuß 6 Zoll, alles nach Leydener Maaß und Gewicht; d bezeichne den Unterſchied von 7 Fuß 6 Zoll Leydener Maaß und 7 Fuß 6 Zoll Pariſer Maaß; endlich ſei i der Unterſchied des Queerſchnitts des Stücks nach Leydener Maaß von dem nach Pariſer Maaß. Die Länge eines Stückes, welches eben ſo viele Pariſer Fuß enthält, als das Leydener, mit welchem der Verſuch angeſtellt worden, wird $L + d$ ſein, und der Queerſchnitt deſſelben $g + i$. Dann wird folgende Proportion Statt finden: $a : x = (L+d)^3 : L^3$, woraus ſich ergiebt $x = \frac{aL^3}{(L+d)^3} = m$, wo x (oder m) die Zahl der Leydener Pfunde bezeichnet, welche ein Stück von $L + d$ Leydener Fuß Länge (bei unveränderter Stärke) tragen kann; ferner die: $g : g + i = m : y = \frac{mg+mi}{g}$, wo y die Anzahl der Leydener Pfunde bezeichnet, welche ein Stück von $L + d$ Leydener Fuß Länge und $g + i$ Leydener Quadratfuß Queerſchnitt tragen kann. Hieraus ergiebt ſich, daß, wenn man $\frac{mg+mi}{g}$ Leydener Pfund, nach der vorigen Angabe, daß 100 franzöſiſche Pfunde 106 Leydener Pfunden gleich ſind, in franzöſiſche Pfunde verwandelt, die Zahl der letztern erhalten wird, die ein Stück tragen kann, welches eben ſo viel Pariſer Fuß nach Länge, Breite und Höhe enthält, als dasjenige, mit welchem der Verſuch angeſtellt, Leydener Fuß eben ſo enthält.

84. Wenn die Feſtigkeit des Holzes nach dem ſo eben und dem früher Geſagten für das Gleichgewicht bekannt und berechnet iſt, ſo muß dies Holz um ſo viel ſtärker genommen

*) Trevoux Wörterbuch.

**) Phyſikaliſche Verſuche, 1ſter Band. S. 358. Leydener Ausg. v. 1739.

werden, daß man nicht allein versichert sein kann, daß es nicht brechen, sondern auch unter der darauf zu bringenden Last sich nicht merklich biegen werde.

85. Hr. v. Buffon giebt in seinen vorerwähnten, in den Abhandlungen vom Jahre 1741 mitgetheilten Versuchen an, um wie viel mehrere mit verschiedenen Gewichten belastete Holzstücke sich vor dem Zerbrechen gebogen haben, nämlich daß drei, 5 Zoll (im Quadrat) starke, 14 Fuß lange Stücke, welche resp. bei 5250 Pfund, 3400 Pfund und 5200 Pfund zerbrochen sind, nachdem die beiden erstern sich um 10 Zoll und das letztere um 13 Zoll in der Mitte gebogen hatten, bei 2000 Pfund Belastung die Biegung nur 1 Zoll und höchstens 15 Linien betrug, während 1000 Pfund Belastung noch keine sichtbare Wirkung hervorgebracht hatten.

86. Ein Stück ebenfalls von 5 Zoll im Quadrat Stärke, aber nur 7 Fuß Länge, ist bei 11775 Pfund Belastung zerbrochen, nachdem es sich bei 7000 Pfund um 2 Zoll 6 Linien, und bei 1500 Pfund mehr um 9 Linien mehr gebogen hatte.

87. Hr. v. Buffon bringt noch einige ähnliche Erfahrungen über Hölzer von derselben Stärke bei, giebt aber nicht an, um wie viel sich diese andern Stücke durchgebogen haben; allein wenn dieselben stärker als 5 Zoll sind, wie die Verbandstücke der Lehrbogen, so müssen sie sich bei gleichen Längen noch weniger biegen, und da die Zangen die Stücke der Länge nach halten, und die Längen, so zu sagen, auf die Entfernungen je zweier Zangen von einander bringen, so dürften, wenn die Lehrbogen nach den vorgeschlagenen Zeichnungen eingerichtet werden, diese Längen zu weniger als 14 Fuß, und außerdem anzunehmen sein, daß sie sich nicht merklich biegen, wenn man sie nur mit dem dritten Theile desjenigen Gewichts belastet, wobei sie unabhängig von den gewöhnlichen Fehlern des Holzes und der verschiedenen Beschaffenheit desselben zerbrechen würden.

88. Demnach soll die Festigkeit des Holzes in den folgenden Rechnungen nur $\frac{1}{2}$ mal so groß angenommen werden, als die der Stücke, welche rechtwinklicht auf die Richtung ihrer Fasern belastet werden. In Betreff der an ihren Enden mit ihrer Länge gleichlaufend belasteten Stücke, welche also dem Biegen weniger ausgesetzt sind, glaubt man in Ermangelung von Versuchen in dieser Lage annehmen zu dürfen, daß sie mit Sicherheit mit der Hälfte des zum Zerbrechen derselben erforderlichen Gewichts belastet werden können, ohne sich merklich zu biegen.

89. Da nun auf diese Weise der Verband der Curven, die darauf zu legende Last und die Festigkeit des Holzes bestimmt ist, so kommt es nur darauf an, den Queerschnitt der Verbandstücke zu bestimmen. Es soll dafür eine Formel angegeben werden.

90.

90. Man ſoll den Queerſchnitt der Hängebänder AB und CD der Curve zu einem im vollen halben Kreiſe gewölbten Bogen von 3 Toiſen Weite (Fig. 13. Taf. 53.) finden, welche bei 6 Fuß Entfernung der Curven von Mitte zu Mitte das ganze Gewicht des darauf fallenden Theils des Gewölbes tragen ſoll.

91. Die Abmeſſungen der Queerſchnitte der Hängebänder ſeien veränderlich, jedoch in dem Verhältniſſe, in welchem ſie wirklich zu einander ſtehen ſollen, angenommen: ſo daß, wenn z. B. das §. 34. vorgeſchlagene Verhältniß 7:5 gewählt wird, die gedachten Queerſchnitte auf jede $\frac{1}{7}$ Zoll Breite 1 Zoll Höhe erhalten. Die Länge der Bänder von 6 Fuß mit Ausſchluß der Zapfen iſt beſtändig, ſo wie ihre Neigung, nach der Zeichnung von 33 Grad, ſo daß die Rechnung, wie §. 83. angegeben, geführt werden kann, indem nämlich die Feſtigkeit des Holzes auf die angeführte Weiſe beſtimmt wird, d. h. indem der Queerſchnitt der Hängebänder durch g', die Länge derſelben durch l', beides in Rheinl. Fußen angegeben, ausgedrückt wird, die Bezeichnungen der Gewichte und der Maaße des Stücks aber, mit welchem Muſſchenbroek die §. 83. angeführten Verſuche angeſtellt hat, beibehalten werden. Man erhält dann die Proportion $a:x=l'^2:l^2$, und daraus $x=\frac{a\,l^2}{l'^2}=n$ für das Gewicht, welches ein Stück von einerlei Queerſchnitt g mit dem bei dem Verſuche gebrauchten, und der Länge l' tragen kann, wenn es ſenkrecht geſtellt wird. Dann muß man ausmitteln, was daſſelbe Stück unter Berückſichtigung ſeiner Neigung zu tragen im Stande iſt, und das gefundene Gewicht im Verhältniſſe des Halbmeſſers zum Coſinus des Winkels mit einer lothrechten, oder zum Sinus deſſen mit einer waagerechten vermindern, woraus die Proportion $n:x'=1:\mathit{sin.}\,33$, alſo $x'=n\,\mathit{sin.}\,33=k$ folgt. Endlich muß der Queerſchnitt des Stücks durch die Proportion $k:P=g:g'$, $g'=\frac{g\,P}{k}$ gefunden werden, wo P die wahre vom Gewölbe hervorgebrachte Belaſtung iſt.

92. Hat man ſo den Queerſchnitt g' des Hängebandes, oder den Inhalt des Parallelogramms, welches demſelben gleich iſt, gefunden, ſo nenne man, um Höhe und Breite des letztern zu finden, die erſtere x, ſo wird der Inhalt des Queerſchnitts $x.\frac{1}{7}x=\frac{1}{7}x^2$ ſein. Daraus folgt $\frac{1}{7}x^2=g'$ und $x=\sqrt{7g'}$.

Bringt man die gegebenen Größen in den vorſtehenden Formeln auf franzöſiſches Maaß und Gewicht, ſo hat man $a=125042$; $l=7{,}2395$; $l'=6$, alſo $x=\frac{a\,l^2}{l'^2}=\frac{125042\cdot 7{,}2395^2}{36}=182038=n$; $x'=n.\mathit{sin.}\,33°$ giebt $\mathit{log.}\,x'=\mathit{log.}\,182038+\mathit{log.}\,\mathit{sin.}\,33°=5{,}26017+9{,}73611\,(-10)=14{,}99628\,(-10)=\mathit{log.}\,99147$, alſo $k=99147$; endlich $g'=\frac{g\,P}{k}$, wenn der Leydener Quadratfuß g auf den franzöſiſchen Quadratfuß gebracht wird, $g'=\frac{(0{,}96527)^2\,.\,20045}{99147}=0{,}18795$.

Aus der gefundenen Zahl findet man nun die große Seite x des Queerschnitts des Hängebandes durch die Gleichung $x = \sqrt{\frac{7}{5} g'} = \sqrt{\frac{7 \times 0,18795}{5}} = 0,51296 = 0$ Fuß 6 Zoll 2 Linien.

Ist die breite Seite des Hängebandes solchergestalt auf 6 Zoll 2 Linien bestimmt, so wird die schmale Seite, die davon $\frac{5}{7}$ ist, ohngefähr 4 Zoll 5 Linien sein.

93. Diese Abmessungen sind kleiner als man gewöhnlich annimmt. Im Nachtrage am Ende dieses Werks ist eine aus den §§. 4. und 31. angegebenen Grundsätzen abgeleitete Formel angegeben, die sich der Ausübung mehr nähert.

94. Wenn die Queerschnitte der Stücke quadratisch sein sollen, so erhält man $x = \sqrt{g'}$, was klar ist, weil dann die Einheit an die Stelle des Quotienten $\frac{5}{7}$ tritt.

95. Um nicht mehrere Formeln nach einander berechnen zu müssen, kann man in k den Werth von n setzen, was $k = \frac{al^2}{ll^2} sin.\ 33$ giebt, und in g' den Werth von k, was $g' = \frac{gll^2P}{al^2 sin.\ 55}$, und endlich $x = \sqrt{\frac{7}{5} \cdot \frac{gll^2P}{al^2 sin.\ 33}}$. In andern Fällen muß anstatt des Sinus von 33° der Sinus des wahren Neigungswinkels des Stücks gegen eine waagerechte Ebene, und anstatt $\frac{7}{5}$ der angenommene Quotient gesetzt werden.

96. In diese Berechnung dürfen weder die Hängesäulen und Zangen, noch die mittelsten einfachen Hängesäulen, noch die Bogenstücke oder Knaggen, welche unmittelbar auf die Hängebänder gelegt werden, kommen, da diese Stücke nur dazu dienen, die letztern da, wo sie zusammentreffen, zu erhalten und zu befestigen. Die Curven von weniger als 3 Toisen Oeffnung werden eben so berechnet.

97. Um die Holzstärken einer Curve zu einem eben solchen, aber auf den dritten Theil der Weite gedrückten Gewölbe zu finden, wie in Fig. 14. (Taf. 53.), so kann man für den gewöhnlichen Gebrauch die Länge und die Neigung des Bogenstücks DE und des Hängebandes AE auf eine mittlere Länge und Neigung bringen. Dann wird dies Gewölbe auf den in Fig. 13. angegebenen Fall zurückgebracht sein, nur mit dem Unterschiede für die Rechnung, daß für den Werth von P, oder die Belastung des mittleren Hängebandes nur die Hälfte der Belastung der Lehrbogen genommen werden muß, da das Gewicht des Gewölbes durch doppelt so viel Stücke als im vorhergehenden Falle getragen wird.

98. In vorstehenden Rechnungen ist angenommen, daß das ganze Gewicht des Gewölbes durch die Hälfte einer Curve getragen werde, um, wie geschehen sollte, den Widerstand doppelt so groß als die Last zu machen. Im Folgenden wird eben so verfahren, und

nur auf die Festigkeit solcher Stücke Rücksicht genommen werden, die ganz in die eine Hälfte einer Curve fallen.

99. *) Das Hängeband AB ist 10 Fuß lang und unter einem Winkel von 26 Grad gegen den Horizont geneigt. Die Kraft, mit welcher dasselbe widerstehen würde, wenn es in der Richtung der Fasern belastet wäre, wird, wie §. 91. angegeben, berechnet, und eben so die, mit welcher es der Neigung wegen nur noch wirklich widersteht. Das Bogenstück DE ist 6 Fuß lang; die beiden Arten von Widerständen desselben werden nach dem Neigungswinkel von 17 Grad berechnet. Addirt man diese beiden Widerstände, so ist die gefundene Summe (p) in der Formel.

100. Setzt man anstatt p und P ihre Werthe, und bemerkt, daß $p =$ dem §. 97. erwähnten Gewichte ist, so findet man die Höhe, welche diese Stücke erhalten müssen, und deren Breite $= \frac{1}{4}$ von dieser Höhe.

101. Auf eben diese Art werden die Curven der folgenden Bogen bis zu 70 Fuß Oeffnung einschließlich berechnet.

102. Die Curve zu einem Bogen von 8 Toisen Weite besteht aus einem untern Hängebande AB auf jeder Seite mehr, und die oberen Hängebänder CD gehen nur bis zu den Hängesäulen DD, anstatt bis zur mittelsten, wie in den vorigen Bogen. Man kann annehmen, daß diese Hängebänder bis in E verlängert seien, und für ihre Länge in der Rechnung AD setzen. Was das Bogenstück FG und das beinahe damit gleichlaufende Band AB betrifft, so werden dieselben wie vorgedacht berechnet; man kann sogar für den gewöhnlichen Gebrauch und für den Fall, von dem die Rede ist, ohne merklichen Fehler die Längen der Stücke und die Winkel, welche dieselben mit dem Horizonte machen, auf mittlere Werthe bringen. Diese Länge würde die Hälfte von FG und HB sein, und für den Winkel müßte der, den die Linie DJ durch die Mitten der Abstände FH und GB bildet, genommen werden.

103. Die unteren Bänder AB sind in die oberen CD gezapft, aber es sind hier Zangen angebracht, wodurch die Verschwächung durch die Zapfenlöcher unschädlich gemacht wird. Es ist auch gut, die oberen Bänder am untern Ende etwas stärker zu machen, weil hierher noch ein zweites Zapfenloch fällt, und die hier eingezapften Stücke darauf drücken.

---

*) Dieser und die beiden folgenden §§. werden nach den Abänderungen, um deren willen das vorhergehende Blatt umgedruckt ist (im Orig.) unnütz. Um dieser Abänderungen willen müssen anstatt der zu Ende des §. 83. angegebenen Formeln die aus §. 91. genommen werden.

104. Der Queerschnitt der Stücke zu den Curven der übrigen Bogen wird auf dieselbe Art berechnet. Hierzu nimmt man immer nur die, welche zwischen die dem Scheitel der Curve zunächst liegenden Hängesäulen, und ganz auf die eine Seite des Scheitels fallen. Anstatt der waagerechten Stücke, welche als Spannriegel dienen, werden die geneigten an deren Enden genommen. Für die Länge jedes von diesen Stücken wird immer die Entfernung von einer Hängesäule oder Zange zur andern genommen.

105. Man sieht, daß die obersten Stücke in den Curven, deren man sich bei der Rechnung bedient, auch die am mehrsten geneigten und folglich schwächsten sind. Es ist auch angenommen, daß auf diesen Stücken die ganze Last der Gewölbe ruhe, obgleich die weiter unterhalb liegenden einen Theil davon tragen müssen; allein ich habe für gut gehalten, so zu verfahren, damit man zur Rechnung und zur Festigkeit der Curven um so mehr Vertrauen haben könne. Vergleicht man übrigens die Queerschnitte, welche sich aus der Rechnung ergeben, mit denen, welche man den Verbandstücken der Curven in eben so großen Bogen gewöhnlich giebt, und mit der Anzahl dieser Stücke, so findet man, daß die ersteren sogar noch größer sind, als die letzteren, und versichert sich dadurch auf der einen Seite von der Festigkeit der vorgeschlagenen Curven, während, wie aus §. 119. besser hervorgehen wird, hierbei Ersparung Statt findet.

106. Um den Queerschnitt der Schalhölzer nach dem §§. 38. 39. Angeführten zu bestimmen, nehme man die Wölbsteine im Durchschnitt 1 Fuß in der innern Wölbung lang, und so hoch, als das Gewölbe nach der oben gegebenen Tabelle sein soll, und berechne so die auf jedes derselben fallende Last, so daß diese Schalhölzer sich um so weniger belastet finden, je näher sie dem Anfange des Bogens kommen. Unter jede Schicht Wölbsteine kommt nur eine Reihe Schalholz.

107. Ein 12 Toisen weites Gewölbe im vollen halben Kreise muß z. B. 3 Fuß 6 Zoll stark sein, und das Gewicht einer 6 Fuß langen, 1 Fuß im Durchschnitte starken Schicht Wölbsteine, wovon der Cubikfuß 150 Pfund wiegt, wird 3150 Pfund betragen. Es ist §. 38. gezeigt worden, daß es gut gethan sei, die Queerschnitte der Schalhölzer quadratisch zu machen. Es muß daher jetzt gefunden werden, wie stark solche bei 6 Fuß Länge sein müssen, um in der Mitte 9450 Pfund (3 mal so viel als das eben angeführte Gewicht) tragen zu können. Hierdurch wird der Widerstand 3 mal so groß als die Last, und das Holz kann sich, wie §. 87. bemerkt, nicht merklich biegen; wobei noch nicht einmal darauf Rücksicht genommen ist, daß, da die Last auf das ganze Schalholz gleichförmig vertheilt ist,

dieſes nach bekannten Sätzen aus der Statik, eine Laſt tragen könnte, welche doppelt ſo groß wäre, als die, welche Hr. v. Buffon in einem Punkte in der Mitte angebracht hat.

108. Aus Hrn. v. Buffons Verſuchen *) geht hervor, daß 2 Stücke von 7 Fuß Länge und 5 Zoll ins Gevierte Stärke, das eine 11775 Pfund, das andre 11275 Pfund im Durchſchnitte getragen haben. Aber die Feſtigkeiten quadratiſcher Hölzer verhalten ſich gerade wie die Würfel der Dicken und umgekehrt wie die Längen.

109. Nennt man G die Dicke des Stückes, mit welchem der Verſuch angeſtellt iſt, L die Länge deſſelben, und P das Gewicht, welches daſſelbe getragen hat, x die geſuchte Dicke des andern Stücks, l deſſen Länge, und p das Gewicht, welches daſſelbe ſoll tragen können, ſo hat man $P:p=\frac{G^3}{L}:\frac{x^3}{l}$, woraus ſich ergiebt $x=\sqrt[3]{\frac{plG^3}{PL}}$.

110. Wird die Rechnung nach der Formel geführt, ſo ergeben ſich 4 Zoll 6 Linien für die geſuchte Stärke, und ſo bei den andern.

111. Man wird bemerken, daß die Breite der Curven die Länge, auf welche die Schalhölzer frei liegen, ohngefähr um 9 Zoll vermindert, daß das Gewicht der Wölbſteine, welches hierdurch auch um $\frac{1}{8}$ vermindert wird, auf jene ganze Länge gleichförmig vertheilt, und nicht, wie angenommen, in deren Mitte angebracht iſt, wodurch die Stücke noch ſtärker werden. Dadurch wird ſich die Feſtigkeit dieſer Schalhölzer zu dem darauf zu bringenden Gewichte wie 384:49 verhalten.

112. Wollte man die untern Schalhölzer weniger ſtark machen, da dieſe auch weniger zu tragen haben, und z. B. wiſſen, wie ſtark die im 30ſten Grade der Höhe für denſelben Bogen von 10 Toiſen Weite ſein müßten, ſo würde man finden, daß der größte Druck, welchen dieſe Reihe Wölbſteine hervorbringen kann, ſich zu ihrem Gewichte verhält: wie der Sinus des Neigungswinkels der Ebene, worauf die Steine liegen, und der zu 30 Grad angenommen wird, zum Halbmeſſer, wenn man die Reibung außer Acht läßt. Aber das abſolute Gewicht iſt, wie in §. 108., 3150 Pfund, und der Sinus des gedachten Winkels verhält ſich zum Halbmeſſer wie 1 zu 2, wodurch dieſer Druck auf 1575 Pfund gebracht wird.

113. Wird dies Gewicht verdreifacht, und die Rechnung nach der Formel in §. 92. geführt, ſo erhält man 3 Zoll 6 Linien für die Dicke dieſer Schalhölzer.

*) Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1741, S. 319.

Digitized by Google

114. Die Rechnung giebt 3 Zoll 10¾ Linien für die Stärke der Schalhölzer im 45sten Grade. Diese Abmessungen können in gewissen Fällen zur Richtschnur dienen, wenn die schwächsten Hölzer angewendet werden sollen.

115. Wenn man die erforderlichen Berechnungen anstellt, so sieht man, daß bis zu 15 Toisen Oeffnung die Hauptstücke nicht über 14 bis 15 Zoll stark zu sein brauchen, und solches Holz kann sich zu dieser Art von Bogen wohl finden. Allein zu den größern Gewölben müßte zu starkes und schwer zu erhaltendes Holz genommen werden, da bei 24 Toisen Oeffnung die Stärke 15 und 21 Zoll betragen müßte.

116. Die Lehrbogen zu der im Jahre 1707 von Hrn. Mansard über den Allier bei Moulins zu bauen angefangenen Brücke, deren mittelster Bogen 23 Toisen, und deren beide Seitenbogen jeder 17 Toisen 3 Fuß Oeffnung, und je ein Drittel der letztern zur Höhe hatten, waren beinahe so zusammengesetzt, wie die hier für dieselben Oeffnungen vorgeschlagenen; aber als man anfing sie zu belasten, bemerkte man, daß sie nicht hinreichend stark sein würden, und sahe sich genöthigt, sie durch noch mehr Stücke zu verstärken, ja sogar, wie man behauptet, zur Unterstützung des großen Bogens in der Mitte Pfähle zu schlagen.

117. Aus diesem Grunde glaube ich, daß man sich bei mehr als 20 Toisen Oeffnung keiner gesprengten Lehrbogen bedienen müsse. Der größte Nutzen von solchen ist, daß sie dem Wasser eine freiere Durchflußöffnung verschaffen, und manchmal sogar Schiffen den Durchgang gestatten; allein in den größeren Bogen würde man denselben Vortheil erreichen, wenn man unter der Mitte derselben mehrere Reihen Pfähle schlüge, um die Lehrbogen zu unterstützen. Dann müssen die Pfähle so lange gerammt werden, bis sie durchaus nicht mehr ziehen, und so verholmt und mit einander verbunden werden, daß sie unter der Belastung weder tiefer eindringen noch sich verschieben können.

118. Auf den Curven der Bogen von 15 Toisen, und dem Kupferstiche des Bogens von 25 Toisen, den ich zu einer Brücke über die Seine bei Melun entworfen habe, sind die Pfähle und andern Verbandstücke mit Punkten angegeben, durch welche diese Curven verstärkt werden sollen, um die Dicke und die Zahl der dazu gehörigen Hölzer vermindern zu können. Bedient man sich der Curven gesprengter Lehrbogen, so vermeidet man einen Theil der §. 14. und 15. angeführten Unannehmlichkeiten.

119. Man hat §. 73. gesehen, daß der obere große Bogen *JJ* eines gedrückten Gewölbes Fig. 8. (Taf. 53.) so zu sagen den Theil des letztern ganz enthält, welcher auf die Lehrbogen drückt; weshalb es nöthig ist, daß die Stücke *JA* und *AJ* stark genug seien,

Digitized by Google

und die darauf fallende Laſt zu tragen, und eben ſo die, welche ſie unterſtützen, ſo wie die Hängeſäulen AB, CD, EF, und die Strebebänder DL, LF.

120. Der größte Theil oder allerwenigſtens die Hälfte des Gewichts des Bogens wird durch die Pfähle unter jeder Curve getragen, auf welche ſich die vorigen Stücke ſtützen. Die Stücke JM, MN und OK behalten daher höchſtens den 4ten Theil des Gewichts des Gewölbes zu beiden Seiten der Curven zu tragen. Die Stücke NP und KQ dienen nur zur Verſtärkung und Unterſtützung des Hauptverbandes. Die Zangen GH im obern Theile der Curve können übrigens weggelaſſen werden. Dies letztere ſoll bei der Curve deſſelben Bogens von 15 Toiſen Durchmeſſer unterſucht werden.

121. Obgleich es ſcheint, daß geſprengte Lehrbogen zu großen Gewölben nicht paſſen, ſo glaubt man doch, daß ſie auch dazu beibehalten werden müſſen, um einen Theil der Nachtheile anderer Lehrbogen zu vermeiden, welche §. 14. und 15. angeführt worden. Man hält es ſogar für hinreichend, hierbei eine kleine Veränderung anzubringen, welche die punktirten Linien auf denſelben geſprengten Curven, von denen Zeichnungen zu 15 Toiſen und darüber weiten Bogen gegeben ſind, andeuten.

122. Die vorgeſchlagene Abänderung beſteht darin, Reihen von Pfählen zu ſchlagen, in welchen letztere nach der Länge der erſteren um die Entfernungen der Curven von einander und unmittelbar darunter ſtehen. Ihre Entfernung nach der Breite muß ſo beſtimmt werden, daß die Hängeſäulen AB (Taf. 53. Fig. 8.), mit ihrer Verlängerung bis an die untere Seite der Holme, welche auf dieſe Pfähle etwas über dem höchſten Sommerwaſſerſtande gelegt werden, reichen. Dieſe Hängeſäulen umfaſſen die Zangen oder Balken RS und die Strebebänder LP, welche die Hängeſäule EF und die Stücke AA und QQ, welche ſie in der Mitte umfaßt, tragen. Auch werden noch die Strebebänder DL angebracht, welche gleichfalls die Stücke JA unterſtützen. Die Stücke erhalten oben und unten Verſatzungen, und die Strebebänder kann man durch Keile L an ihren Enden, und lothrecht über den Holmen der Pfähle, antreiben.

123. Man hat oben, §. 71., geſehen, daß das Gewicht des obern Bogens von 60 Grad (Fig. 8.) gewiſſermaaßen allein die Lehrbogen belaſtet. Dies Gewicht beträgt nach der vorſtehenden Tabelle 357957 Pfund, wenn der größte Durchmeſſer des Gewölbes 15 Toiſen lang angenommen wird; auf jeden der Theile JC, CA und AE kommt davon der ſechste Theil mit 59659 Pfund, ohne Abzug, weil dieſe Wölbſteine faſt mit ihrem ganzen Gewichte auf die Theile AE wirken, auf welche ſich die Rechnung beziehen muß,

da dieſe Stücke wegen ihrer waagerechten Lage ſchwächer ſind, als die in den Theilen JC und CA, die außerdem, daß ſie ſchief ſind, auch weniger Laſt zu tragen haben.

124. Die Stücke AE ſind zwiſchen den Hängeſäulen, welche ſie halten, 10 Fuß lang. Stücke von ſolcher Länge und 8 Zoll ins Gevierte Queerſchnitt, haben nach Hrn. v. Buffons Verſuchen *) 27750 Pfund getragen. Daraus kann man nach §. 91. den Queerſchnitt beſtimmen, welchen dies Stück und das QP, auf welches wegen der Hängeſäule GH ein Theil des Gewichtes fällt, haben muß, wodurch der Widerſtand dieſer zwei auf beiden Enden verbundenen Stücke dreimal ſo groß wird, als die darauf fallende Laſt, wie nach §. 87. der Fall iſt; man könnte dieſelben auch ſo einrichten, daß ihre Seiten ſich wie 5:7 verhalten, und wird auch bemerken, daß die Knagge oder das Bogenſtück unmittelbar auf dem erſten Stücke dieſes etwas verſtärken muß, ſo daß ich glaube, daß dieſe Stücke ſchwächer gemacht werden könnten.

125. Wollte man die Queerſchnitte der Strebebänder DL, LP finden, ſo müßte man zuvörderſt bedenken, daß die Stücke NP, welche um 10 Grad gegen den Horizont geneigt ſind, einen Theil der vorerwähnten 59659 Pfund tragen müſſen, welche nach der Annahme zuſammen auf E drücken, als wenn die Stücke AA und QQ in der Hängeſäule durchgeſchnitten wären, und dann noch, daß das Gewicht, welches ſie tragen ſollen, doppelt genommen werden muß, damit ſie alle gehörige Feſtigkeit erhalten.

126. Das Doppelte des eben erwähnten Gewichts müßte dann von 59659 Pfund abgezogen werden, um das Gewicht zu erhalten, welches auf die Strebebänder LP wirken würde. Es wird leicht ſein, die Größe des Queerſchnitts derſelben nach der §. 91. angegebenen Rechnung zu erhalten, da man weiß, daß die fraglichen Strebebänder 38 Grad Neigung und 12 Fuß Länge haben.

127. Auf die Hängeſäulen AB fällt von einer Seite die Hälfte des Gewichts des Bogens AE, und von der andern die Hälfte des Gewichts des eben ſo großen Bogens CA, mit Ausſchluß desjenigen Theils, der etwa der größern Neigung der Wölbſteine wegen wegzulaſſen wäre; was aber, der mehreren Feſtigkeit wegen, außer Acht zu laſſen ſein wird, ſo daß angenommen werden kann, daß jede dieſer Hängeſäulen 59659 Pfund zu tragen habe. Allein hiervon fällt ein Theil auf die Stücke KQ und QQ, deren Widerſtand, wie vorher, aber nur zur Hälfte in Rechnung kommt, und die Hängeſäulen AB haben daher höchſtens

*) Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1741, S. 339.

ſtens 59659 Pfund weniger der Hälfte der Gewichte, welchen KQ, QQ überhaupt widerſtehen können, zu tragen.

128. Jede dieſer Hängeſäulen muß 8 Zoll ins Gevierte ſtark ſein, was 18 Zoll Breite für alle beide auf jeder Seite giebt, wofür aber wegen der Einſchnitte nur 9 Zoll gerechnet werden. Die nächſten Stützpunkte derſelben ſind 6 Fuß von einander entfernt, und ihre Neigung gegen den Horizont beträgt 81 Grad. Wenn man die erforderliche Berechnung anſtellt, ſo wird man finden, daß, wenn man die Gewichte, welche ſie bis zum Brechen zu tragen vermögen, halbirt, immer noch der Widerſtand bedeutend größer iſt, als die Laſt.

129. Die Strebebänder DL müſſen ebenfalls den für die mit LP bezeichneten gefundenen Queerſchnitt erhalten, da ſie gegen dieſe ſtreben ſollen. Ihre Länge iſt 19 Fuß; ihre Neigung 19 Grad. Die Hälfte der Kraft, welche ſie zu zerbrechen im Stande iſt, wird der Kraft gleich ſein, um welche ſie den Widerſtand des obern Theils der Curve auf jeder Seite vermehren.

130. Die Pfähle müſſen den vereinigten Belaſtungen der Stücke DL, LP, AB widerſtehen. Wenn ihre Länge außer der Erde zu 20 Fuß angenommen, und durch Anbringung von dieſelben in der Mitte rechtwinklicht ſchneidenden Zangen auf 10 Fuß gebracht wird, ſo wird man durch Rechnung finden können, wie ſtark dieſe Pfähle am untern Ende unmittelbar über dem Boden ſein müſſen, damit ihre Feſtigkeit doppelt ſo groß ſei, als die Laſt, welche ſie zu tragen haben.

131. Aus der Tabelle erſieht man, daß der Theil des ganzen Gewichtes der Wölbſteine, welcher auf jede Curve dieſes Bogens wirken muß, 325415 Pfund beträgt. Zieht man hiervon den Theil ab, welcher auf die Pfähle kommt, ſo hat man die Belaſtung der 3 Stücke MJ, MN und OK auf der einen, und eben ſo viel für die auf der andern Seite. Hieraus ergiebt ſich, daß die Pfähle den dritten Theil der ganzen Belaſtung zu tragen haben, und die Stützpunkte an den Anfangspunkten des Bogens auf jeder Seite beinahe eben ſo viel.

132. Macht man die Stücke MJ, MN und OK 9 Zoll ſtark, ſo wird die um die Hälfte verminderte Feſtigkeit dieſer 3 Stücke, deren Länge zwiſchen den Hängeſäulen und Zangen 5 Fuß beträgt, und die nach der Ordnung, in welcher ſie oben angegeben, Winkel von 52 Grad 37 Minuten, und 44 Grad mit dem Horizonte machen, hinreichend ſein, um die eben angeführte Laſt zu tragen. Allein zu größerer Sicherheit kann man ihnen 10 Zoll anſtatt 9 Zoll zur Höhe geben.

133. Ich habe geglaubt, angeben zu müſſen, wie die Feſtigkeit dieſer Curve berechnet wird, da ſie in etwas von den zu weniger großen Bogen angewandten abweicht, und in

Hinsicht der Curven zu Bogen von 18, 21, 24 oder 25 Toisen einerlei Verfahren angewandt worden ist.

134. Die von Hrn. Pitot *) zu einem Bogen von 10 Toisen Weite im vollen halben Kreise vorgeschlagene Curve (Taf. 52. Fig. 3.) muß nach den von ihm angenommenen Holzstärken 105 Balkenmaaß Holz enthalten; allein die zu demselben Bogen vorgeschlagene Curve (Taf. 53. Fig. 6.) enthält nur 93. Es werden dadurch also auf jede Curve 12 Balkenmaaß oder 36 Cubikfuß Holz erspart, folglich auf einen Bogen von 10 Toisen Weite 72 Balkenmaaß.

135. Berechnet man nun die Festigkeit des Pitot'schen Lehrbogens auf die in gegenwärtiger Abhandlung bei Curven von derselben Größe angewandte Art, so findet man dieselbe 76447 Pfund für eine Seite des obern Theils der Curve, und rechnet für die andere Seite gar nichts, damit der Widerstand doppelt so groß sei, als das Gewicht des Gewölbes.

136. Das ganze Gewicht des Gewölbes, dessen Dicke 3 Fuß 1 Zoll betragen soll, ist, den Cubikfuß Stein 150 Pfund schwer angenommen, 275084 Pfund; allein der obere Theil des Lehrbogens trägt nur die Hälfte des Gewölbes, da er nur 90 Grad begreift. Wird dies Gewicht nach der von Hrn. Pitot gemachten und durch Hrn. Couplet bestätigten Annahme in dem Verhältnisse des Bogens zu seiner Sehne vermindert, so findet man, daß dieser obere Theil mit 124132 Pfund belastet ist, so daß noch 47685 Pfund übrig bleiben, welche der Spannriegel MM (Taf. 52. Fig. 3.) und der zweite darunter durch die Hängesäule PX, welche sich auf ihre Mitte stützt, tragen müssen, wenn die Wirkung dieses Gewichts nicht in einer seitwärts auf die Fasern der Hängebänder liegenden Richtung durch die Zwingen und Drempel, welche die Bogenstücke unterstützen, fortgepflanzt wird.

137. Es ist wahr, daß Hr. Pitot bei seiner Annahme das Gewicht der obern Wölbsteine außer Acht läßt, welches das Sinken derer, auf welchen sie ruhen, verhindert, und wodurch die gefundene Belastung etwas vermindert werden kann. Aber er wollte das Gewölbe auch 7 Fuß dick machen, während 3 Fuß hinreichen, und von seinen Steinen sollte der Cubikfuß 10 Pfund mehr wiegen, als von den bei den vorstehenden Berechnungen angenommenen, so daß die Curve viel zu schwach gewesen wäre, wenn sie diese Last wirklich hätte tragen sollen. Indessen hat Hr. Pitot gefunden, daß der obere Theil seiner Curve 1160000 Pfund, also ohngefähr 10 mal so viel, als vorher gefunden, tragen könne, was nur daher rühren kann, daß er die Festigkeit des Holzes zu groß angenommen, und die Verminderung derselben durch die größere Länge nicht berücksichtigt hat.

---

*) Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1726, S. 118.

138. Berechnet man die Festigkeit der neuen Curve nach der von Hrn. Pitot angegebenen Art, so findet man dieselbe 872104 Pfund anstatt 122259 Pfund, als $\frac{1}{7}$ des ganzen Gewichts des auf jede der Curven fallenden Theils des Gewölbes, wenn jene 6 Fuß weit von einander stehen.

139. Man sieht daher auf der einen Seite, daß die mit einander verglichenen Curven viel zu stark sind, wenn man nach Hrn. Pitots Regel rechnet, während, wenn man nach der neu angegebenen Art verfährt, seine Curve kaum stark genug ist, die andre aber hinreichende Festigkeit hat, und zugleich weniger Holz enthält, was ein Vorzug mehr ist.

140. Die Curven sind jetzt 6 Fuß weit von einander entfernt gerechnet, und dabei angenommen, daß der Cubikfuß Stein 150 Pfund wiege. Aendert sich dies Gewicht, so müssen auch die Curven in andre Entfernungen von einander zu stehen kommen, damit sie in allen Fällen dieselbe Festigkeit behalten, die man ihnen hat geben wollen.

141. Von den leichtesten Quadern oder dem leichtesten Mauerwerke, was man zu Brücken brauchen kann, wiegt der Cubikfuß ohngefähr 120 Pfund, und von dem schwersten, welches aus Sandstein (grès) besteht, 150 Pfund. Zwar wird in manchen Provinzen Marmor genommen; allein diese Bauart ist nicht gewöhnlich, und am häufigsten werden sogar Bruch- oder weniger schwere Steine zu den Theilen der Gewölbe zwischen den Häuptern und zur Hintermauerung genommen.

142. Wenn der Cubikfuß Steine z. B. 120 Pfund wiegt, so sieht man, daß, da das Gewicht im Verhältnisse 5:4 vermindert worden, die Entfernung der Curven im umgekehrten dieses Verhältnisses vergrößert werden kann, d. h. sie kann 7 Fuß 6 Zoll anstatt, wie vorher, 6 Fuß betragen, und so bei den übrigen. Die folgende Tabelle überhebt der Mühe, diese Rechnung selbst anzustellen.

Gewicht eines Cubikfußes Quadern, Bruchsteine, Backsteine ꝛc.	Entfernung der Curven von einander.
120 Pfund	7 Fuß 6 Zoll 0 Linien
130 –	6 – 11 – 0 –
140 –	6 – 5 – 1 –
150 –	6 – 0 – 0 –
160 –	5 – 7 – 6 –
170 –	5 – 3 – 6 –
180 –	5 – 0 – 0 –
Außerordentliche Schwere.	**Entfernung der Curven von einander.**
190 Pfund	4 Fuß 8 Zoll 10 Linien
200 –	4 – 6 – 0 –
210 –	4 – 3 – 5 –
220 –	4 – 1 – 1 –

143. Obgleich hier die Entfernung der Curven für die verschiedenen Gewichte der Steine, mit welchen sie belastet werden sollen, angegeben worden, so sieht man wohl ein, daß man sich nicht immer genau hiernach richten könne. Diese Entfernung hängt von der Länge der Gewölbe ab, die zur Stellung der Curven in gleiche Theile getheilt wird. Allein bei dieser Eintheilung muß man die Entfernungen den berechneten so nahe als möglich zu bringen suchen.

144. Durch die Abänderung der Entfernungen der Curven wird auch die Länge der Schalhölzer oder Bohlen, und also auch deren Stärke verändert. Allein das darauf wirkende Gewicht bleibt immer gleich, und wenn man dasselbe wie vorher auf die Mitte gebracht annimmt, so wird man vermittelst der oben angegebenen Formel $\sqrt[3]{\frac{pIG^2}{PL}} = x$ die zu der gegebenen Länge der Schalhölzer erforderliche Stärke derselben finden.

145. Wenn z. B. die Schalhölzer zu einem im vollen halben Kreise gewölbten Bogen von 10 Toisen Oeffnung 7 Fuß 6 Zoll lang sind, was nur bei den allerleichtesten Steinen Statt findet, so müssen sie 5 Zoll 3 Linien stark sein, aber bei 5 Fuß Länge nur 4 Zoll, um Steine, von denen der Cubikfuß 180 Pfund wiegt, zu tragen, anstatt daß sie, nach §. 111., bei Steinen, deren Schwere die mittlere zwischen den beiden vorigen war, 4 Zoll 6 Linien stark sein müßten.

146. Es ist bisher lauter Eichenholz angenommen worden; aber es trifft sich oft, daß auch andre Arten gebraucht werden, vorzüglich Tannenholz. Man muß die verschiedenen Festigkeiten berücksichtigen, was geschehen kann, ohne weder an den Curven noch an den mitgetheilten Rechnungen etwas zu ändern. Es ist hinreichend, die Curven im geraden Verhältnisse der absoluten Festigkeiten der Hölzer näher an- oder weiter von einander zu stellen.

147. Die absolute Festigkeit des Eichenholzes ist z. B. nach Hrn. Parents Versuchen in dem Verhältnisse 300:358, oder beinahe 5 zu 6 geringer, als die des Tannenholzes. Daher müssen die Entfernungen tannener Curven in dem Verhältnisse 5:6 größer als die von eichenen werden, was für ihre Entfernung von Mitte zu Mitte 7 Fuß 2$\frac{1}{2}$ Zoll anstatt 6 Fuß giebt.

148. Wenn das Holz etwas weich ist und sich mehr als das eichene biegt, wie Herr Parent bei seinen Versuchen über die Tanne bemerkt, so müssen die Curven näher zusammengerückt werden. Beim Bauen kann man nicht genug für Festigkeit sorgen.

Digitized by Google

149. Dieſer letztern Rückſicht wegen muß man öfter in den Berechnungen die Theile weglaſſen, deren Behandlung ſehr lang und verwickelt geweſen wäre. Es ſollte hier nicht durchaus das Gleichgewicht unter den auf einander wirkenden Körpern gefunden werden, da man den Widerſtand des Holzes doppelt und manchmal 3 mal ſo groß, als er iſt, gemacht hat. Dadurch wäre dieſe Abhandlung noch größer geworden, und die dazu nöthige Arbeit würde wenig Nutzen gehabt haben.

150. Ich bemerke noch ſchließlich, daß außer den zu den Curven gehörigen Stücken, den Riegelhölzern, Zangen und Schalhölzern, zwiſchen die Curven auch noch Stücke in ſchräger Richtung, ſogenannte Sturmbänder, eingebracht werden müſſen, um erſtere zu verſtreben, und zu verhindern, daß ſie ſich nicht aus der lothrechten Richtung geben.

Digitized by Google

Nachtrag
zu der Abhandlung über die Lehrbogen.

Die §. 5. und 31. angeführten Hauptsätze über die rückwirkende Festigkeit des Holzes sind, daß diese Festigkeit sich umgekehrt wie das Quadrat der Länge, und gerade wie die breiteste Seite, das Quadrat der schmalsten Seite, und der Cosinus des Winkels, den die Länge des Stücks mit der Richtung der Last macht, verhält.

Bezeichnet hiernach P das Gewicht, welches von einem Stück Holz getragen wird, so mit einer lothrechten Linie einen Winkel k macht, dessen Länge L, breiteste Seite G, und schmalste Seite g ist, so muß man, um das Gewicht π zu finden, welches von einem andern Stück Holz getragen würde, so mit einer lothrechten Linie einen Winkel x machte, dessen Länge λ, breiteste Seite Γ, und schmalste γ wäre, folgende Proportion ansetzen:

$P : \pi = \frac{G g^2 \cos. k}{L^2} : \frac{\Gamma \gamma^2 \cos. x}{\lambda^2}$, woraus sich ergiebt $\pi = \frac{L^2 P}{G g^2 \cos. k} \times \frac{\Gamma \gamma^2 \cos. x}{\lambda^2}$ (1).

Wäre π bekannt, und man wollte die Abmessungen des Queerschnitts bei Annahme eines gewissen Verhältnisses zwischen Γ und γ, z. B. $\gamma = \frac{\Gamma}{n}$, woraus $\Gamma \gamma^2 = n \gamma^3$ folgt, finden, so erhielte man die Gleichung $\gamma = \sqrt[3]{\left[\frac{1}{n}\left(\frac{G g^2 \cos. k}{L^2} \frac{\pi \lambda^2}{\cos. x}\right)\right]}$ (2).

Um diese Formeln anwenden zu können, brauchen blos die Werthe G, g, k und L aus einem Versuche, und n willkührlich genommen zu werden.

Musschenbroek schließt aus seinen Versuchen, daß ein Stück von 1 Fuß im Quadrat Queerschnitt und $7\frac{1}{2}$ Fuß Länge, nach Rheinländischem oder Leydener Maaß, wovon der Fuß sich zum Pariser wie 139 zu 144 verhält, in lothrechter Richtung 132544 Leydener Pfunde, die sich zu französischen Pfunden wie 100 : 106 verhalten, tragen kann.

Verwandelte man alle diese Maaße in französische Fuße, so wäre dies eben so viel, als sagte man, daß ein lothrecht stehendes Stück von 7,2395 Pariser Fuß Länge und 0,96527 Pariser Fuß ins Gevierte Stärke 125042 Pfund Markgewicht getragen habe.

Hiernach hat man $G = g = 0{,}96527$; $L = 7{,}2395$; $P = 125042$; $k = 0$, woraus man findet $\frac{L^2 P}{G g^2 \cos. k} = 728650$, wovon der Logarithmus $= 6{,}86252$.

Unter Anwendung der Grundsätze und Erfahrungen Musschenbroeks erhält man die rückwirkende Festigkeit eines Stückes Holz $\pi = 728650 \times \frac{\Gamma \gamma^2 \cos. x}{\lambda^2}$ (3).

Angenommen, daß die schmale Seite der Hängebänder waagerecht liege, und $\frac{5}{7}$ der breiten aufrecht stehenden betrage, so hat man $\gamma = \frac{5}{7}\Gamma$ und $\frac{1}{n} = \frac{5}{7} = 0{,}71428$, was für

Digitized by Google

den unveränderlichen Coefficienten $\sqrt[3]{\left(\frac{1}{n}\frac{G\varepsilon^2 cof.k}{L \cdot P}\right)}$ in Zahlen 0,0046108 giebt, wovon der Logarithmus 0,66378 — 3 ist.

Die Gleichung, welche die Seiten der Hängebänder angiebt, ist daher $y = 0{,}0046108 \times \sqrt[3]{\frac{\pi\lambda^2}{cof.x}}$ (4).

Es muß bemerkt werden, daß, da x den Winkel bezeichnet, den die Länge des Holzstücks mit einer lothrechten Linie macht, man anstatt des Cosinus von x den Sinus des Winkels nehmen kann, den das Stück mit dem Horizonte macht.

Man solle die Queerschnitte der Hängebänder AB und CB in der Curve zu einem im vollen halben Kreise gewölbten, 3 Toisen weiten Bogen finden, welche das ganze Gewicht eines 20045 Pfund schweren Stücks des Gewölbes tragen soll, während sie von den nächsten 6 Fuß von Mitte zu Mitte entfernt ist.

Die Länge der Hängebänder ist 6 Fuß, und ihre Neigung gegen den Horizont 33 Grad.

Um für die Festigkeit den §. 88. angegebenen Ueberschuß zu behalten, muß man annehmen, daß ein einziges Hängeband alle 20045 Pfund trage. Hiernach ist $\pi = 20045$; $\lambda = 6$; die Ergänzung von x zu 90 Graden = 33 Grad. Führt man die Rechnung mit Logarithmen, so hat man:

log. π =	4,30101
2 *log.* λ =	1,55630
zusammen =	5,85731
log. sin. 33° =	0,73611 — 1
Unterschied	6,12120
hiervon $\frac{1}{3}$	2,04040
log. 0,0046108 =	0,66378 — 3
zusammen	0,70418 — 1 = *log.* 0,50603

was die schmale Seite des Hängebandes sehr nahe 6 Zoll, und folglich die breite, welche $\frac{7}{7}$ der erstern sein soll, $8\frac{2}{7}$ Zoll groß giebt.

Nachtrag.

Beschreibung der 54sten Kupfertafel.

Auf dieser Tafel befindet sich eine Zeichnung von einer Oeffnung einer hölzernen Brücke mit steinernen so eingerichteten Stirn- und Mittelpfeilern, daß darauf noch in der Folge eben solche Gewölbe erbaut werden können.

Diese Oeffnung ist zwischen den Stirnflächen der reinen Mauer der Mittel- oder Stirnpfeiler 96 Fuß, und über dem Mauerwerke, welches bis unter die Schwellen geht, 100 Fuß weit.

Jede Curve enthält 4 Hängebänder und einen Spannriegel, so mit *A* bezeichnet, jedes aus 3 genau mit $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefen Verzahnungen in einander gearbeiteten Stücken bestehend. Jedes Hängeband und jeder Spannriegel muß 19 Fuß 3 Zoll lang, 12 Zoll breit, 15 Zoll hoch, und durch drei 18 Linien starke Schraubenbolzen mit Mutter und Scheibe zusammengehalten werden.

Die Curven werden nach Kreisbogen von 96 Fuß Sehne und 9 Fuß Höhe aufgestellt, wobei der Anfang des Bogens, wo möglich, mit dem höchsten Wasserstande gleich hoch zu liegen kommen muß. Die Enden dieser zusammengesetzten Hängebänder werden nach Kreisbogenstücken abgerundet, deren Halbmesser der Länge eines Bandes gleich ist, und in 4 Hängesäulen *B*, jede aus zwei 15 Zoll breiten und 18 Zoll starken Stücken bestehend, eingezapft, so daß die 2 dicht an einander schließenden, mit 18 Linien starken Schraubenbolzen, wie die vorigen, verbundenen Stücke zusammen 3 Fuß stark sind. In die Hängesäulen werden Einschnitte nach der Krümmung der Enden der Bänder gemacht, dabei jedoch in der Mitte nach der Höhe auf 3 Zoll Stärke Holz nach der Richtung der Fasern stehen gelassen, damit die Enden der Hängebänder sich nicht berühren und in ihren Zapfenlöchern so viel Spielraum finden, als zu der allgemeinen Bewegung des ganzen Verbandes nöthig ist. Die untern Enden der ersten Bänder werden nach derselben krummen Linie in eine 2 Fuß heraustretende Verstärkung der Quaderschichten über den eigentlichen Pfeilern, welche hernach, wenn die Bogen von Steinen aufgeführt werden sollen, wie gewöhnliche stehen gelassene Vorsprünge nachgehauen werden, eingelassen.

Damit diese Curven nicht aus ihrer lothrechten Lage weichen können, werden 6 Reihen waagerecht liegende Zangen *D* eingebracht, welche die Hängesäulen umfassen, und

deren

deren jede aus 2 Stücken von 48 Fuß Länge, 8 Zoll Höhe und 15 Zoll Breite beſteht, ſo daß ſie, wenn die beiden Stücke mit ſtarken Bolzen genau ſchließend zuſammen befeſtigt ſind, zuſammen 30 Zoll Breite haben.

Außerdem werden noch 9 Reihen waagerechte Riegelhölzer *E* eingebracht, jedes 48 Fuß lang, 8 und 9 Zoll ſtark, welche mit den Hängebändern gegenſeitig um 3 Zoll über einander geſchnitten ſind, und je durch den mittlern Bolzen in jedem Hängebande zuſammengezogen werden.

Die 6 Reihen Balken *F*, welche bis zu den Spannriegeln gehen, werden 12 Zoll breit, 15 Zoll hoch. Im mittlern Theile der Brücke treten dieſe Spannriegel *G* an die Stelle der Balken.

Um die auf die Mittel- und Stirnpfeiler fallenden zu unterſtützen, werden 12 Stützbänder *H*, jedes 13 Fuß 6 Zoll lang, 9 Zoll und 10 Zoll ſtark, angebracht, ohne daß ein Träger nöthig wäre.

8 Sturmbänder *J*, jedes 23 Fuß lang, 9 Zoll und 10 Zoll ſtark, verhüten das Umwerfen der Curven zur Seite. Der Belag *L* wird 6 Zoll ſtark, und die 11 Zangen *M* in demſelben jede 8 Zoll und 9 Zoll.

Auf jede äußere Curve kommt ein hölzernes Geſimſe zu liegen, welches aus einer Platte *N* 15 Zoll breit und mit Einſchluß von 1 Zoll Abwäſſerung eben ſo hoch, einem Viertelſtabe *O*, mit einem 2 Zoll hohen Plättchen darunter, 12 Zoll hoch, 21 Zoll breit, und einer Erdſchwelle *P* von 12 Zoll Breite und 18 Zoll Höhe hinter der Platte beſteht. Dies Geſimſe verdeckt die Enden der Belaghölzer und der darin liegenden Zangen, welche ſämmtlich in das den Viertelſtab bildende Stück auf der hintern Seite eingezapft werden, und an den Stellen, wo ſie nicht auf die Spannriegel *G* treffen, auf die Unterlager *Q* zu liegen kommen.

Die Geländer *R* werden von geſchmiedetem Eiſen angefertigt, und erhalten von 6 zu 6 Fuß 2 Zoll im Quadrat ſtarke Stäbe, welche unten abgerundet werden, damit ſie durch die Erdſchwellen, den hintern Theil der Stücke die den Viertelſtab bilden, und durch die Unterlager reichen, die ſie zum Theil ſogar durch daran angebrachte ſtarke Schrauben-

muttern mit Scheiben halten. Die obere Queerſtange wird 2 Zoll breit, 18 Linien hoch, und die beiden untern 18 Linien im Quadrat ſtark.

Dieſe Brücke ſoll zwiſchen den Außenkanten der Erdſchwellen 46 Fuß Breite erhalten, wovon auf jeder Seite 6 Fuß zu einem Fußwege bleiben, der mit geſpaltenem Sandſtein in Cementmörtel gepflaſtert werden ſoll. Bei dieſer Breite von 6 Fuß iſt eine Quaderſchicht *T* von 1 Fuß Breite mit einbegriffen, welche auf Mauerwerk liegt. Vor jede dieſer Schichten kommt ein 2 Fuß breites Nebenpflaſter, und dazwiſchen ein 30 Fuß breites Hauptpflaſter von 8 und 9 Zoll großen Sandſteinen, mit 9 Zoll Wölbung in der Mitte, auf eine 6 Zoll hohe Sandlage, auf welchem das Fuhrwerk gehen ſoll.

Zur Erhaltung des Holzes rathet man, den Belag mit 1¼ Linien ſtarken zuſammengelöthten Bleiplatten nur bis zu den Sandſteinſchichten an den Fußwegen zu bedecken, dabei jedoch auf den Belag aufzufüttern, um das Waſſer mit angemeſſenem Gefälle nach den 4 gußeiſernen Röhren *U*, welche zur Abführung des auf die Brücke fallenden Waſſers dienen ſollen und in jedem Bogen in die Richtung der Rinnſteine am Nebenpflaſter zu liegen kommen müſſen, hinzuleiten.

Aus meiner Abhandlung über die Lehrbogen zu Brücken S. 474. hat man geſehen, daß die Widerſtände von Holzſtücken von einerlei Länge und Breite ſich wie die Quadrate ihrer Höhen verhalten, wenn ſie, wie hier vorgeſchlagen wird, ſo angeordnet ſind, daß ſie nach der Richtung ihrer ſchmälern Seite ſich nicht biegen können, ſo daß die aus drei in einander verzahnten und genau mit einander verbundenen Stücken beſtehenden, überhaupt 3 Fuß 3 Zoll hohen Hängebänder mehr als 3 mal ſo viel tragen, als ſie einzeln, an derſelben Brücke angebracht, tragen würden, woraus die Feſtigkeit der vorgeſchlagenen Bauart und auch eine große Holzerſparung hervorgeht.

Will man dieſe Feſtigkeit nach dem mittlern der drei Verſuche des Hrn. v. Buffon, welche in der gedachten Abhandlung §. 85. angeführt ſind, berechnen: ſo wird man finden, daß die drei zu einem Spannriegel im oberſten Theile der Curve verbundenen Stücke in ihrer Mitte ſenkrecht auf ihre Richtung, wenn ſie nur 18 Fuß lang angenommen werden, weil, wegen der in den Hängeſäulen ſteckenden Theile die Entfernung der Unterſtützungspunkte abnimmt, bis zum Zerbrechen mit 1,488840 Pfund belaſtet werden können. Hiervon nehme man nach dem §. 88. Angeführten nur ein Drittel, damit ſich die Stücke

Digitized by Google

auch nicht einmal biegen können, alſo 496280 Pfund, ſo können die 6 gleichen Curven dies letztere Gewicht 6 mal, alſo 2977680 Pfund, ohne alle Gefahr tragen *).

Man kann übrigens erwägen, daß beinahe $\frac{4}{7}$ des ganzen Bogens über die 4 Hängebänder in jeder Curve fallen, und daß dieſe Bänder geneigt ſind, und vermöge dieſer Lage, wie in meiner Abhandlung aus einander geſetzt, der Laſt noch beſſer zu widerſtehen im Stande ſind, als wenn ſie waagerecht lägen, wie der Spannriegel, deſſen Feſtigkeit hiervor berechnet worden. Allein dieſe geneigten Stücke ſollen nur als Stützpunkte für den waagerechten Theil angeſehen werden, die dem von dem letztern herrührenden Drucke mit einem ihrer Beſtimmung angemeſſenen Ueberſchuſſe an Kraft widerſtehen ſollen.

Es ſoll nunmehr das ganze Gewicht dieſes hölzernen Bogens, der Bleiplatten, des Pflaſters, der Geländer und der eiſernen Bolzen ausgemittelt werden. Hierüber iſt eine Berechnung des Inhalts der einzelnen Theile und eine ausführliche Nachweiſung angefertigt worden, wovon hier ein Auszug mitgetheilt werden ſoll.

2700 Balkenmaaß Eichenholz, zu 3 Cubikfuß, den Cubikfuß 65 Pfund ſchwer gerechnet, da beim Richten noch Saft darin ſein kann	526500
Die eiſernen Bolzen in den Hängebändern, Spannriegeln, Hängeſäulen, Zangen und Riegelhölzern, zuſammen 465 Fuß lang, 18 Linien im Durchmeſſer ſtark, ſind zuſammen $5\frac{1}{2}$ Cubikfuß. Den Cubikfuß nach Herrn Briſſon 545 Pfund 2 Unzen 4 Gros und etwas darüber gerechnet, giebt . . .	2997
Die Geländer auf jedem Haupte, zuſammen 36 Toiſen lang, können etwa wiegen	7450
Die Bügel, die Anker, die großen eiſernen Nägel zur Befeſtigung des Belags, Nägel und andres Eiſenwerk können angenommen werden zu . .	1000
Eine Tafel Blei, 114 Fuß mit Einſchluß der Stärke eines Mittelpfeilers lang, mit den Uebergängen der einzelnen Tafeln, und 6 Zoll außerdem, um welche die Platten an den Fußwegen in die Höhe gehen, 37 Fuß breit, überall $1\frac{1}{2}$ Linien ſtark gerechnet, geben $43\frac{1}{16}$ Cubikfuß, ſind, den Cubikfuß 794 Pfd 10 Unzen 4 Gros und etwas darüber gerechnet	34920
Seitenbetrag .	572867

*) Die hier gegebene Berechnung der Feſtigkeit einer Curve iſt gleichfalls im Anhange berichtigt worden. Anm. d. Ueb.

Uebertrag . .	572867
Die Quadermauern vor den Fußwegen, jede 2 Fuß hoch, 15 Zoll im Durchschnitt stark, sind 540 Cubikfuß zu 140 Pfd, nach einem Mittelwerthe .	75600
Die Ausfüllung mit Steinabgängen unter dem Pflaster dieser Fußwege, 20 Zoll hoch, 4 Fuß auf jeder Seite breit, sind 1440 Cubikfuß, zu 120 Pfd .	172800
Das Pflaster von gespaltenen Sandsteinen, mit der Mörtellage 9 Zoll hoch, 4 Fuß auf jeder Seite breit, macht 348 Cubikfuß, zu 130 Pfd . .	45240
Das Hauptpflaster von 8 und 9 Zoll großen Steinen, mit der Sandlage nebst Wölbung darunter 34 Fuß breit, auf die ganze Länge von 180 Fuß, mit Einschluß der Stärke eines Mittelpfeilers, giebt, den Cubikfuß Sand und Sandstein im Durchschnitt 130 Pfund schwer gerechnet	777360
Die 4 gußeisernen Röhren zum Abfluß des Wassers	600
Zum Gewicht des Brückenkörpers muß noch das von 4 beladenen Wagen zu 6000 Pfund, welche zugleich darüber fahren könnten, gerechnet werden, sind	24000
Ganzes Gewicht der Brücke für eine Oeffnung . .	1668467

Aus vorstehenden Berechnungen ergiebt sich, daß die obern Theile der 6 Curven allein im Stande sein würden, ein beinahe doppelt so großes Gewicht zu tragen, als sie zu tragen haben, selbst wenn die Last rechtwinklicht auf die Spannriegel in deren Mitte wirkte, während doch das Gewicht einer Brücke auf ihre ganze Länge gleichförmig vertheilt ist. Wer Kenntniß von der Statik besitzt, weiß, daß dann waagerecht liegende Stücke eine Last tragen können, welche doppelt so groß ist, als die, bei welcher sie sich, in der Mitte angebracht, nur biegen würden, so daß wegen dieser letztern Rücksicht die Festigkeit der Curven fast vier Mal so groß ist, als die darauf wirkende Last. Noch ist zu bemerken, daß wegen der Stützbänder *II* ein Theil des Gewichts des Brückenkörpers auf die Pfeiler fällt, und daß Herr von Buffon auf das Gewicht der zu seinen Versuchen gebrauchten Stücke keine Rücksicht genommen hat, obgleich dies zum Biegen und Zerbrechen derselben hat beitragen müssen.

Der Widerstand wird sogar so groß sein, daß man denken könnte, die Curven seien zu stark; allein man muß bedenken, daß die Hölzer oft faule Aeste und verborgene Fehler

haben, welche sie schwächen, und daß die zu Brücken gebrauchten fortwährend und schnell von den Ausdünstungen des Wassers angegriffen werden, so daß sie der längern Dauer und der öffentlichen Sicherheit wegen sehr stark gemacht werden müssen.

Der so eben beschriebene hölzerne Bogen könnte zur Erbauung einer hölzernen Brücke über die Seine bei dem Spaziergange bei der Salpetersiederei oder über einen andern Fluß gebraucht werden, wenn nur nach den Umständen mehr Oeffnungen angelegt würden. Eine solche Brücke würde sogar der für dieselbe Stelle in gegenwärtigem Werke vorgeschlagenen (Taf. 35.) vorzuziehen sein, weil die Bogen auf Mittel- und Stirnpfeilern von Mauerwerk ruhen würden, welche man, wie schon gesagt, so einrichten müßte, daß darauf in der Folge steinerne Bogen gesetzt werden könnten. Ich bemerke hier nur noch, wie schon an andern Orten, daß man hölzerne Brücken immer nur vorläufig bauen muß, wenn Wälder näher liegen als Steinbrüche, oder wenn nicht so viel Geld vorhanden ist, daß steinerne Brücken gebaut werden könnten.

Bevor ich diesen Abschnitt schließe, glaube ich noch bemerken zu müssen, daß die Beschreibung der hölzernen Brücke an die Hand geben kann, wie anstatt einer solchen eine steinerne Brücke mit Häuptern und Gurtbogen von Quadern anstatt der hölzernen Curven erbaut werden könnte, indem dann von einem solchen Hauptbogen zum andern Gewölbe von Backsteinen nach Kreisbogen so angelegt würden, daß dieselben auf den Häuptern und Gurtbogen nur etwa 4 Fuß unter der Oberfläche des Pflasters anfingen, damit dies und die Fußwege darauf angelegt werden könnten.

Diese kleinen Gewölbe würden durch die Stärken der obern Theile der Mittelpfeiler rechtwinklicht auf deren Länge durchgeführt, und zwar jedes in einerlei Richtung von einem Stirnpfeiler bis zum andern. Doch dürfen die Oeffnungen in den Mittelpfeilern nicht tiefer als bis dahin gehen, wohin der höchste Eisgang reicht, um die Pfeiler nicht gegen den Stoß des Eises und der Schiffe zu schwächen.

Aus allem diesem ergiebt sich eine neue, feste und sehr viele Kosten ersparende Bauart, bei welcher auch die Gurtbogen 8 bis 10 Fuß weit von den Häuptern gesetzt werden könnten, anstatt daß vorher für die Entfernung zweier Curven von Mitte zu Mitte 6 Fuß vorgeschlagen worden, wenn nur die nöthigen und passenden Vorsichtsmaaßregeln, um das Ausweichen der Häupter zu verhüten, getroffen werden.

Digitized by Google

Man braucht nicht zu fürchten, daß die Gurtbogen seitwärts geschoben werden könnten, die durch den gleichen Schub der Backsteingewölbe von beiden Seiten im Gleichgewichte und in lothrechter Lage erhalten werden, wobei sie jedoch in jedem Brückenbogen zugleich geschlossen werden müssen.

Endlich läßt sich einsehen, daß jede dieser Bauarten, sowohl mit Holz als mit Mauerwerk, auch auf Bogen von mehr oder weniger als 96 Fuß Oeffnung angewandt werden könne.

Digitized by Google

Zweiter Theil.

Burgundiſcher Kanal. Beſchreibung deſſelben . . . . . Seite 299
Abhandlung über die Anlegung des Burgundiſchen Kanals . . . . . — 301
Beſchreibung des Entwurfs, deſſen Ausführung genehmigt worden . . . . . — 327
Auszug aus dem Entwurfe des Theils des Burgundiſchen Kanals zwiſchen la Roche und Tonnerre, welcher am 1ſten Julius 1776 verdungen worden . . . . . — 339
Auszug aus dem erſten Kapitel . . . . . — 339
Zweites Kapitel. Abmeſſungen des Kanals und der dazu gehörigen Dämme, Ausgrabung und Vertheilung der Erde, und andere hierher gehörige Arbeiten . . . . . — 342
Auszug aus dem dritten Kapitel, welches die Mauerarbeit betrifft . . . . . — 349
Kaſtenſchleuſe von 10 Fuß Gefälle . . . . . — 349
Stemmthore . . . . . — 362
Brücke von 16 Fuß Bogenweite und 18 Fuß Breite, hinter einer Schleuſe auf den Verlängerungen der Schleuſenwände . . . . . — 365
Brücke über den Kanal, mit Leinpfad unter dem Bogen, zwiſchen zwei Schleuſen . . — 371
Brück-Kanal von 24 Fuß Oeffnung und 33 Fuß 6 Zoll von einem Haupte zum andern Länge, über den Avrolles . . . . . — 376
Viertes Kapitel. Angabe der Orte, von welchen die Materialien genommen werden, und Verwendung und Bearbeitung der letzteren . . . . . — 382
Fünftes Kapitel. Allgemeine Bedingungen . . . . . — 383
Erklärung der Kupfertafeln, den Burgundiſchen Kanal betreffend . . . . . — 386
Kanal, durch welchen ein Theil des Waſſers der Yvette und Bievre nach Paris geleitet werden ſoll . . . . . — 391
Abhandlung über die Mittel, einen Theil des Waſſers der Yvette und der Bievre nach Paris zu leiten . . . . . — 394
Offener Kanal. Erſter Theil, bis zwiſchen St. Remy und Gif . . . . . — 405
Koſtenanſchlag von zwei laufenden Toiſen dieſes Kanals . . . . . — 407
Erklärung der Kupfertafeln . . . . . — 414
Behälter zur vollſtändigen Reinigung des Waſſers . . . . . — 417

Einzelne Abhandlungen.

Ueber die Langpfähle und Grundpfähle . . . . . — 419
Ueber die Aufſtellung und Wegnahme der Lehrbogen bei Brücken, und die Veränderungen, welche an den Gewölben während ihrer Aufführung vorkommen . . . . . — 440

Digitized by Google

Ueber die Verminderung der Stärke der Mittelpfeiler, und die Krümmung, welche die Bogen erhalten müssen, damit das Waſſer freier unter den Brücken durchſtrömen könne. . Seite 455
Ueber das Nachſtürzen von Stücken von Bergen und von Erdreich, welches höher als das daneben liegende ſteht, und über die Mittel, Zufälle dieſer Art zu verhüten, und ſich unter manchen Umſtänden vor den Folgen derſelben zu ſichern . . . . . — 464
Ueber die Lehrbogen der Brücken . . . . . — 474
Nachtrag . . . . . — 510
Beſchreibung der 54ſten Kupfertafel . . . . . — 512

Digitized by Google

Anhang.

Ueber das Verfahren bei Bestimmung der Abmessungen neu zu erbauender Brücken.

Erste Abtheilung.

Bestimmung der Größe der Durchflußöffnung.

Bei Entwerfung einer Brücke über ein fließendes Gewässer muß jedesmal zuerst die Größe der Durchflußöffnung bestimmt werden, da von dieser alle übrige Abmessungen abhängen. Kommt nämlich in jeder Zeitsecunde eine gewisse Wassermenge vor einer Brücke an, welche also auch unter derselben durchgeführt werden muß, so wird nur dann in der Geschwindigkeit des Wassers keine Veränderung hervorgebracht werden, wenn der Queerschnitt des damit angefüllten oberhalb liegenden Theils des Flußbettes durchaus nicht beschränkt wird. Ist die Durchflußöffnung kleiner als der gedachte Queerschnitt, so muß das Wasser in der erstern eine größere Geschwindigkeit annehmen, als es im letztern hatte, was nur durch Vergrößerung der Druckhöhe, also nur durch Aufstau vor der Brücke, möglich ist, wodurch Ueberschwemmungen entstehen, wenn die Stauhöhe die der Ufer übertrifft, und das Grundbette unter der Brücke ausgewaschen wird, wenn die Geschwindigkeit des Wassers größer wird, als die größte unter allen denen, bei welchen noch keine von den Bestandtheilen des Grundbettes losgerissen werden können; was dann in der Regel, wenn nicht noch zeitig genug Gegenanstalten getroffen werden, den Einsturz der ganzen Brücke zur Folge hat. Ist aber auf der andern Seite die Durchflußöffnung größer, als der Queerschnitt des Wassers oberhalb, so wird in derselben die Geschwindigkeit abnehmen, was dann nachtheilig werden kann, wenn die Geschwindigkeit des Wassers so geringe wird, daß es die darin bei der vorigen Geschwindigkeit noch schwimmenden Sinkstoffe ganz oder zum Theil fallen läßt, zumal wenn dies nur in einigen Oeffnungen einer Brücke geschieht, da dann die Geschwindigkeit in den andern wieder so groß werden kann, daß darunter Auswaschungen entstehen. Zuweilen soll auch unter einer Brücke eine gewisse Wassertiefe,

z. B. der Schifffahrt wegen, erhalten werden, und es ist dann auch hierauf Rücksicht zu nehmen.

Zur Bestimmung der Größe der Durchflußöffnung gehört aber zuerst eine genaue Kenntniß von der Wassermenge, welche durch dieselbe geführt werden soll, oder, was gleichbedeutend sein möchte, welche vor derselben ankomunt. Diese Wassermenge ist bekanntlich in Bächen, Flüssen und Strömen sehr veränderlich, und es muß daher vorzugsweise ausgemittelt werden, welches die größte Wassermenge ist, die durch die Brücke abzuführen ist, obgleich es auch, wenn unter der Brücke hindurch Schifffahrt Statt finden soll, nöthig ist, die kleinste zu erwartende Wassermenge zu kennen, damit die Breite der Durchflußöffnung so eingerichtet werden könne, daß der Wasserstand bei solcher nicht niedriger werde, als die zu berücksichtigenden Schiffe im Wasser gehen.

Ist nicht weit oberhalb oder unterhalb der Stelle, auf welche die neue Brücke zu stehen kommen soll, eine andere Brücke vorhanden: so kann der Queerschnitt des durch diese strömenden Wasserkörpers für jeden Wasserstand, auch für den höchsten, leicht gemessen werden, wenn ein Punkt aus der Oberfläche des letztern bekannt ist. Tritt ein solcher höchster Wasserstand ein, während der Entwurf zu der neuen Brücke ausgearbeitet werden soll, so läßt sich die Geschwindigkeit des Wassers in dem aufgenommenen Queerschnitte mit einem dazu passenden Instrumente, etwa mit dem Stromquadranten, oder mit dem Woltmannschen hydrometrischen Flügel, dessen Gebrauch hier übrigens als bekannt vorausgesetzt wird, unmittelbar messen. Geschieht das erstere aber nicht, so findet die Ausmittelung der fraglichen Geschwindigkeit große Schwierigkeiten, oder ist vielmehr in aller Strenge ganz unmöglich, da man aus der Geschwindigkeit bei einem niedrigern Wasserstande hier nicht auf die bei einem höhern schließen kann, einmal, weil das Stück Bette zwischen den Pfeilern oder Jochen einer Brücke hierzu zu kurz ist, und dann vorzüglich weil der bei höherm Wasser vor der Brücke sich bildende Stau nie bekannt sein wird.

Dann, und wenn überhaupt keine Brücke in der Nähe vorhanden ist, bleibt nichts weiter übrig, als einen Queerschnitt des Stromes aufzunehmen, in welchem die Ufer so beschaffen sind, daß das Wasser auch bei dem höchsten Stande noch in denselben bleibt, die mittlere Geschwindigkeit in demselben auszumitteln, wo möglich aber auch zugleich das Gefälle, welches der Fluß beim höchsten bekannten Stande gehabt hat (etwa durch Abwiegung der Lage zweier Punkte, von denen bekannt ist, daß sie im Spiegel des höchsten Wasserstandes gelegen haben, verbunden mit der Messung der Länge desjenigen Stückes des Stromstriches, welches zwischen den zwei Punkten liegt, in welchen die Normalen auf

den Stromſtrich durch die erſteren zwei Punkte dieſen treffen), und dann die mittlere Geſchwindigkeit bei dem höchſten Waſſerſtande aus der Proportion zu finden:

$$\sqrt{\left(\frac{s}{p}\cdot\frac{\alpha}{\lambda}\right)} : \sqrt{\left(\frac{s'}{p'}\cdot\frac{\alpha'}{\lambda'}\right)} = c : c'$$

worin

s den Flächeninhalt des unmittelbar gemeſſenen Queerſchnittes des Waſſerkörpers,

p den Umfang dieſes Queerſchnittes, ſo weit das Waſſer die Wände des Bettes berührt,

α das Gefälle,

λ die dazu gehörige Länge, auf welche daſſelbe ganz oder wenigſtens beinahe gleichförmig vertheilt ſein muß, und welche am beſten zur Hälfte auf jede der beiden Seiten des gemeſſenen Queerſchnittes fällt,

c die durch unmittelbare Meſſung ausgemittelte mittlere Geſchwindigkeit in dem gedachten Queerſchnitte,

s', p', α', λ', c' daſſelbe für den Queerſchnitt auf derſelben Stelle, aber bis zum höchſten Waſſerſtande genommen,

bedeuten, wobei ſich von ſelbſt verſteht, daß die Einheit des Flächenmaaßes, wonach s und s' angegeben ſind, das Quadrat von der Einheit des Längenmaaßes ſein muß, wonach p, p', α, α', λ und λ' angegeben ſind, und daß c' nach derſelben Einheit des Längenmaaßes gefunden wird, nach welcher c angegeben iſt.

Wäre $\frac{\alpha}{\lambda} = \frac{\alpha'}{\lambda'}$, oder der letztere Quotient unbekannt, ſo daß man für denſelben, in Ermangelung eines nähern Werthes, den erſtern annehmen müßte, ſo verwandelte ſich die vorſtehende Proportion in folgende:

$$\sqrt{\frac{s}{p}} : \sqrt{\frac{s'}{p'}} = c : c'$$

aus welcher c' noch etwas leichter, aber weniger zuverläſſig, gefunden werden könnte.

Mit dieſer auf ſolche Weiſe gefundenen mittleren Geſchwindigkeit muß dann diejenige Zahl multiplizirt werden, welche den Flächeninhalt des Queerſchnitts bis zum höchſten Waſſerſtande nach Quadraten angiebt, deren Seiten der Einheit des für c' gebrauchten Längenmaaßes gleich ſind, um die Menge des bei dem höchſten Waſſerſtande in jeder Zeitſecunde durch den fraglichen Queerſchnitt ſtrömenden Waſſers in Würfeln, deren Seite die eben gedachte Einheit des Längenmaaßes iſt, zu erhalten.

Liegt der gemeſſene Queerſchnitt oberhalb der neuen Brücke, ſo muß zu der ausgemittelten Waſſermenge noch die gerechnet werden, welche ſich zwiſchen beiden Punkten mit

dem Gewässer vereinigt, so wie dagegen solche abgerechnet werden muß, wenn die Brücke oberhalb liegt.

Hat man auf diese Art die Wassermenge gefunden, welche beim höchsten Stande durch die Brücke gehen muß, so kommt es zunächst darauf an, zu bestimmen, welche Geschwindigkeit das Wasser unter der Brücke haben soll.

Je geringer diese Geschwindigkeit angenommen wird, desto größer muß die Durchflußöffnung, also desto länger die Brücke werden, was die Kosten vergrößert; je größer diese Geschwindigkeit angenommen wird, desto mehr vermindern sich zwar diese Nachtheile, aber desto höher wird der Aufstau vor der Brücke, also die Gefahr der Ueberschwemmung, desto beschwerlicher und gefährlicher die Schifffahrt unter der Brücke durch, und desto größer die Gefahr der Unterspülung der Grundwerke und des Einsturzes der Brücke.

Die mit einer zu großen Geschwindigkeit verbundenen Nachtheile sind viel bedeutender, als die bei einer geringern, und es bleibt daher immer am besten, die Geschwindigkeit unter der Brücke, wo möglich, nicht größer anzunehmen, als die größte im freien Gewässer, bei der das Bette noch nicht ausgespült wird: vorausgesetzt, daß dies mit dem unter der Brücke gleiche Bestandtheile habe. Muß aber eine größere Geschwindigkeit, anderer Umstände wegen, angenommen werden, so bleibt nichts weiter übrig, als durch einen unter der ganzen Brücke durchgehenden Heerd, der um so fester von Pflaster oder Mauerwerk oder Holz angefertigt werden muß, je schneller das Wasser fließt, das Unterwaschen unmöglich zu machen.

Sollte die Wassertiefe vor der Brücke unverändert beibehalten werden, so wäre dies nur dann möglich, wenn auch die Breite des Queerschnittes des Gewässers dieselbe bliebe. Dies würde aber nur in dem Falle Statt finden können, wenn kein Mittelpfeiler oder kein Mittelsjoch angebracht würde, da eine Verbreiterung des Queerschnitts des Gewässers um die Stärke der Mittelpfeiler oder Joche in fast allen Fällen keinen Erfolg haben möchte, indem das Wasser in den dadurch entstehenden Buchten still stehen, und daraus bald wieder Verlandung erfolgen würde. In allen andern Fällen aber ist entweder bestimmt, wie breit die Durchflußöffnung höchstens werden kann, oder wie viel das Wasser höchstens vor der Brücke gestaut werden darf. Jedes der hierher gehörigen Maaße ist von dem andern abhängig, und diese Abhängigkeit soll hier gezeigt werden.

Setzt man den Queerschnitt des Gewässers vor Anlegung der Brücke $= S$, den Inhalt der Durchflußöffnung $= s$, die mittlere Geschwindigkeit bei dem Queerschnitte $S = C$, so ist die in der Durchflußöffnung erforderliche Geschwindigkeit $c = \frac{CS}{s}$, zu deren Hervor-

bringung eine Druckhöhe $= \frac{1}{\alpha^2} c^2 = \frac{1}{\alpha^2} \times \left(\frac{CS}{s}\right)^2$ gehört, wo α den Contractionscoefficienten aus Eytelwein's Handbuch d. Mechanik §. 100., wenn als Einheit des Längenmaaßes der Preußische Fuß $= 139{,}13$ Pariser Linien angenommen wird,

a) für spitze Brückenpfeiler $= 7{,}54$

b) für gerade Brückenpfeiler $= 6{,}76$

bedeutet. Weil aber das Wasser bereits die Geschwindigkeit C besitzt, wozu die Fallhöhe $\frac{C^2}{4g}$ gehört (wo g 15,625, oder die Zahl der Preuß. Fuße, welche ein Körper nicht weit von der Oberfläche der Erde in der ersten Secunde seines freien Falles durchläuft, bedeutet), so braucht sich die Oberfläche nur um

$$\frac{1}{\alpha^2}\left(\frac{CS}{s}\right)^2 - \frac{C^2}{4g}$$

zu erheben, damit die Geschwindigkeit c in der Durchflußöffnung erzeugt werde.

Da indessen wohl in der Regel zu wünschen sein möchte, daß die Wassertiefe nicht verändert werde, indem bei der vorstehend angegebenen Berechnungsart immer auf die höchsten Wasserstände oder größten Wassertiefen Rücksicht genommen werden muß; die Erhaltung eines gewissen Wasserstandes unter der Brücke bei dem kleinsten Wasser aber besser durch Einschränkung des Flußbettes gleich unterhalb der Brücke erhalten wird, worüber die erforderlichen Untersuchungen nicht hierher gehören: so werden sich S und s wie die Breiten, welche resp. B und b heißen mögen, verhalten, und würden daher in einem solchen Falle die Werthe derselben in der vorgegebenen Formel nach Längenfußen, anstatt S und s nach eben solchen Quadratfußen, in Rechnung zu bringen sein. Setzt man den durch die Verengung des Flußbettes bewirkten Aufstau $= H$, so ist allgemein

$$H = \frac{C^2}{\alpha^2}\left(\frac{B^2}{b^2} - \frac{\alpha^2}{4g}\right)$$

woraus sich H, wenn b gegeben ist, bestimmen läßt, und

$$b = \frac{B}{\alpha\sqrt{\left(\frac{H}{C^2} + \frac{1}{4g}\right)}}$$

woraus sich b, wenn H gegeben ist, ergiebt.

Ist hiernach die Stauhöhe vor der Brücke gefunden, wenn die Breite der Durchflußöffnung, welche wegen örtlicher Umstände, z. B. wegen am Flusse liegender Häuser, nicht überschritten werden kann, feststehet, so müssen die Ufer mit hinlänglich starken, bis über die Stauhöhe reichenden Deichen versehen werden, wenn die anliegenden Grundstücke einer Ueberschwemmung nicht ausgesetzt werden dürfen.

Digitized by Google

Steht eine Stauhöhe fest, welche nicht überschritten werden darf, so findet sich daraus die erforderliche Breite der Durchflußöffnung, mit Ausschluß der Summe der Stärken der Mittelpfeiler oder Mitteljoche, welche erst Abtheilung III. Abschnitt 1. Kapitel 3. und Abschn. 2. Kap. 3. bestimmt werden wird.

Im letztern Falle aber ist von der so gefundenen Breite die Geschwindigkeit des Wassers unter der Brücke abhängig, und zwar

$$c = \frac{C.B}{b}$$

wenn diese Buchstaben die vorhin angegebenen Bedeutungen haben, und es frägt sich dann, ob c nicht größer wird, als die größte Geschwindigkeit des Wassers in demselben Flusse, bei welcher das Grundbette noch nicht angegriffen wird, was durch Beobachtungen an den Stellen, wo das Wasser eine große Geschwindigkeit hat, ausgemittelt werden kann. Findet sich c hiernach zu groß, so bleibt, wie schon gesagt, nichts weiter übrig, als den Heerd der Brücke durch ein Heerdpflaster oder Faschinen, bei größerer Geschwindigkeit aber durch eine Bebohlung, vor dem Auswaschen zu sichern.

Rechnet man zu der auf diese Weise gefundenen Breite der Durchflußöffnung die Stärke der Mittelpfeiler oder Mitteljoche, so erhält man die Entfernung der Stirnpfeiler oder Landjoche von einander. Hieraus geht hervor, daß, wenn die letztere gegeben ist, und Mittelpfeiler oder Joche nöthig werden, die größere Stärke oder Anzahl der letztern auf die Beschränkung der Breite des Flusses wirkt. Es möchte hiernach scheinen, als wäre es unter allen Umständen am besten, so wenig Mittelpfeiler als möglich anzulegen. Dies findet aber nur dann Statt, wenn die Geschwindigkeit des Flusses wenig oder gar nicht vergrößert werden darf, starke Eisgänge zu fürchten sind, und die Gründung im Flusse kostbar ist. Im umgekehrten Falle, bei geringen natürlichen Geschwindigkeiten und wenn die Gründung nicht schwierig ist, wird es in der Regel besser sein, mehr Mittelpfeiler oder Joche anzulegen, da die dann nur nöthig werdenden weniger weiten Bogen oder Oeffnungen mit einfachern Mitteln anzulegen sind, als bedeutend größere. Indessen muß in einem solchen Falle auch auf die Beschaffenheit und den Preis der Materialien Rücksicht genommen werden, da es unter manchen örtlichen Umständen, auch bei leichter Gründung, dennoch wohlfeiler sein kann, weitere Oeffnungen auf weniger Stützpunkten anzulegen.

Digitized by Google

Zweite Abtheilung.

Bestimmung der Breite der Brücke.

Die Breite einer Brücke besteht aus der der Fahrbahn und der Stärke der Geländer.

Die erstere hängt von der Menge der Menschen und Fuhrwerke ab, welche in der Regel zugleich und nach entgegengesetzten Richtungen über die Brücke müssen. Ist die Brücke kurz und liegt auf einem nicht stark besuchten Wege, so sind 12 bis 16 Fuß Breite zwischen den Geländern hinreichend. Ist der Weg besuchter, so muß die Brücke 20 bis 24 Fuß breit werden, wobei zwei sich begegnende Wagen einander ausweichen und zugleich Fußgänger mit durchkommen können. Brücken auf Heerstraßen werden in der Fahrbahn 30 bis 32 Fuß breit gemacht, was auch schon für solche in volkreichen Städten hinreicht. Als Gränze der Breite einer Brücke zwischen den Geländern können 60 Fuß angesehen werden, da die neue Brücke (Pont neuf) in Paris, eine der besuchtesten in der Welt, 20,79 Meter = 66,24 Fuß breit ist, und dies sich als vollkommen hinreichend zeigt.

Geländermauern erhalten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß Stärke, hölzerne Geländer aber 8 Zoll, selten etwas mehr.

Dritte Abtheilung.

Bestimmung der Abmessungen der einzelnen Theile der Brücken.

Erster Abschnitt.

Steinerne Brücken.

Erstes Kapitel.

Von der Stärke der Bogen.

Unter Allem, was über die Bestimmung der Stärke der Gewölbe und ihrer Widerlager erschienen ist, dürfte das von Langsdorf, in seiner Anleitung zum Straßen- und Brückenbau, (Zweiter Theil, Erste Abtheilung, Heidelberg 1819,) Vorgetragene das Beste sein.

Es würde hier hinreichend sein, nur die Langsdorf'schen Formeln und die Bedeutung der darin vorkommenden Buchstaben anzuführen, wenn nicht an den erstern einige Abänderungen nöthig wären. Diese lassen sich aber nicht anders angeben, als entweder durch Beleuchtung der Langsdorf'schen Theorie, oder durch ganz neue Entwickelung der abgeänderten Formeln. Da das letztere für den Zweck des gegenwärtigen Anhanges viel zu weitläufig sein würde, indem dazu die fast wörtliche Wiederholung der ersten 44 Seiten des erwähnten Langsdorf'schen Werkes nöthig wäre, dies aber doch in den Händen eines Jeden zu sein verdient, der Baukunst nicht handwerksmäßig, sondern wissenschaftlich betreibt, überdies auch für alle die, denen nur die Elemente der Statik bekannt sind, vollkommen verständlich ist, so soll hier nur das Erstere geschehen.

Die erste und, da alle übrige daraus folgen, im Grunde die einzige Einwendung, welche sich wider die Langsdorf'schen Formeln machen läßt, betrifft die Stelle am Ende des §. 16. Seite 10. Zeile 5 ff., wo behauptet wird: „daß eine gleichfalls in lothrechter Richtung in a angebrachte Kraft, die jener in y nach by äquivalent wäre, $= \frac{bi}{ai} . M$ sein müsse." Dies würde voraussetzen, daß das obere Bogenstück $aedc$ im Scheitel d so gehalten würde, daß es in d zwar nicht sinken, aber doch um diesen Punkt sich frei drehen könnte. Dazu gehörte aber in d eine Kraft $= \frac{ab}{ai} . M$ in senkrechter Richtung, die nicht vorhanden ist, da der Widerstand in d nur einer waagerecht wirkenden Kraft gleichgesetzt werden kann, um so mehr, da hier von Reibung gar nicht die Rede ist, woraus die Unstatt-

ſtatthaftigkeit der Annahme hervorgeht. Im Punkte a muß vielmehr eine Kraft $= M$ lothrecht aufwärts wirken, um das Gleichgewicht zu erhalten, da die beiden Punkte a in den beiden Hälften des Gewölbes die Laſt $2M$ zu gleichen Theilen zu tragen haben, ſo daß auf jeden M fällt. Dann wird aus der Formel in der Langsdorf'ſchen Schrift Seite 12. Zeile 9 v. u.

$$ak.\frac{ab}{ag}M = \delta n.\varphi.M + kn.M;$$

aus der auf derſelben Seite Zeile 4 v. u.

$$\mathfrak{M} = \left(\frac{ab}{ag} - \frac{\delta n.\varphi + kn}{ak}\right)M,$$

und aus der S. 13. Z. 2 des Textes v. u.

$$\mathfrak{M} = \left(\frac{ab}{ag} - \frac{\delta' n'.\varphi + k' n'}{ak'}\right)M.$$

Die erſte von den ſo eben angeführten Gleichungen hat zu vielen Einfluß auf das Folgende, als daß irgend ein Zweifel gegen die Richtigkeit derſelben übrig bleiben dürfte. Die Löſung jedes ſolchen möchte aber am beſten durch Mittheilung ihrer Ableitung aus Gauthey's Werk über Brückenbau (Theil I. S. 316 bis 321.) geſchehen, und es ſoll daher hier eine Ueberſetzung der angeführten Stelle folgen.

Nachdem mehrere, theils von Perronet, theils von Boistard angeſtellte Beobachtungen über Brückengewölbe angeführt, und daraus einige Schlüſſe gezogen worden, fährt Gauthey a. a. O. alſo fort:

„Alle dieſe Erfahrungen, die wir leider nicht näher mittheilen können, beſtätigen durchaus die Grundſätze, welche wir über die Natur der Bewegung der Gewölbe angenommen haben, und es geht daraus überzeugend hervor, daß man, bei Unterſuchung der Bedingungen ihres Gleichgewichts, ſie als ein Syſtem von vier Hebeln KD, DE, Ed, dK (Taf. 1. Fig. 1.), deren jeder mit dem Gewicht des zugehörigen Theils des Gewölbes beſchwert iſt, und welche ſich um ihre Stützpunkte K, D, E, d, K wie um Gewinde drehen können, anſehen dürfe; wobei die Lage der Punkte D und d für jeden einzelnen Fall von der Geſtalt des Gewölbes und von der Vertheilung der darauf wirkenden Belaſtung abhängig iſt."

„Auf ſcheitrechte Gewölbe laſſen ſich dieſelben Schlüſſe anwenden, als auf ſolche nach Kreisbogen, da auf beide, zuſammengenommen mit ihren Widerlagern, einander ganz ähnliche Syſteme angewandt werden können. Aber es muß hier bemerkt werden, daß wegen der Geſtalt ſolcher Gewölbe die Brechungspunkte in den Anfängen der Bogen liegen, wenn nicht entweder die Dicke des Gewölbes ſehr geringe, oder die Höhe

des Bogens, wonach daſſelbe aufgeführt worden, faſt dem Halbmeſſer gleich iſt. Aus Hrn. Boistard's Erfahrungen folgt, daß die Brechungspunkte eines Bogens, deſſen Höhe dem vierten Theile ſeiner Sehne gleich iſt, in ſeinen Anfängen liegen, wenn derſelbe hintermauert wird."

„Die Anwendung der Rechnung auf die hier vorgetragene Theorie findet keine Schwierigkeit. Wenn N, M, m, n die Punkte bedeuten, in denen die Hebel von den lothrechten Linien geſchnitten werden, welche durch die Schwerpunkte der zugehörigen Gewölbetheile gehen, ſo kann man annehmen, daß dieſe Hebel in dieſen Punkten mit vier Gewichten beſchwert ſeien, welche denen der gedachten Gewölbſtücke gleich ſind, und es wird dann nur darauf ankommen, das Verhältniß zu beſtimmen, welches unter dieſen Gewichten und den Richtungen der Hebel im Zuſtande des Gleichgewichtes Statt finden muß."

„Zur Vereinfachung der Rechnung ſoll hier nur die Hälfte des Gewölbes, welche durch die Achſe EC in zwei ſymmetriſche Stücke getheilt iſt, betrachtet, und angenommen werden, daß der Punkt D feſt ſei. Das auf den Punkt M wirkende Gewicht heiße μ. Das Gleichgewicht wird nicht geſtört werden, wenn man anſtatt dieſes zwei andre Gewichte, eines $= \mu \frac{FQ}{EQ}$ in E, das andere $= \mu \frac{EF}{EQ}$ in D anbringt *). Auf den Punkt E wirkt alſo ein Gewicht $=$

$$2\mu \frac{FQ}{EQ}$$

und daraus entſteht in der Richtung des Hebels ED ein Druck $=$

$$\mu \frac{FQ}{EQ} \cdot \frac{ED}{EQ}$$ **),

welcher, wenn der Punkt D wirklich feſt wäre, durch deſſen Widerſtand aufgehoben werden würde, eben ſo wie der auf denſelben Punkt lothrecht wirkende Druck $\mu \cdot \frac{EF}{EQ}$. Allein da dieſer Punkt D am Ende eines andern Hebels befindlich iſt, deſſen Stützpunkt in K liegt, und der im Punkte N mit einem neuen Gewichte, welches mit ν bezeichnet werden mag, beſchwert iſt, ſo muß für das Gleichgewicht die Summe der Momente

---

*) $EQ : EF = DQ : MF$, alſo $EQ - EF : EQ = DQ - MF : DQ$, und $\frac{EF}{EQ} = \frac{MF}{DQ}$; $\frac{FQ}{EQ} = \frac{DQ - MF}{DQ}$.

**) Da, wenn die Seitenkräfte mit der Mittelkraft gleiche Winkel α machen, und die Mittelkraft R heißt, jede der zwei Seitenkräfte $= \frac{1}{2} R \, sec.\alpha$, hier aber $R = 2\mu \frac{FQ}{EQ}$; $sec.\alpha = \frac{ED}{EQ}$ iſt.

Digitized by Google

dieſer verſchiedenen Kräfte in Bezug auf den Punkt $K=o$ ſein, woraus ſich die Gleichung

$$\mu\frac{FQ}{EQ}\cdot\frac{ED}{EQ}.KV=\mu.\frac{EF}{EQ}.KR+\nu.KS,$$

wo KV von K ſenkrecht auf die verlängerte ED gezogen iſt, und KS und KR die waagerechten Abſtände des Punktes K von den Punkten N und D ſind."

„Es iſt leicht einzuſehen, daß:

$$KV=\frac{KU.DQ-DU.EQ}{ED}\ *);$$

wird dieſer Werth für KV in die vorſtehende Gleichung geſetzt, ſo wird daraus

$$\mu.\frac{FQ}{EQ}\cdot\frac{DQ}{EQ}.KU=\mu.KR+\nu.KS,$$

und wenn der Widerſtand größer als die Kraft ſein ſoll, ſo muß ſein

$$\mu.\frac{FQ}{EQ}\cdot\frac{DQ}{EQ}.KU<\mu.KR+\nu.KS."$$

„Man würde auf einem noch einfacheren Wege auf dieſe Gleichung kommen, wenn man den Grundſatz vom Beſtreben nach Geſchwindigkeit auf die in Lagrange's analytiſcher Mechanik angegebene Art anwendete" **).

„x' und y' ſollen die waage- und ſenkrechten Coordinaten des Punktes D, K ihr Anfangspunkt ſein; x'' und y'' daſſelbe für E bedeuten. Man weiß, daß, wenn X' und Y' die auf den Punkt D gleichlaufend mit den zugehörigen Coordinaten wirkenden Kräfte bezeichnen, und X'' und Y'' daſſelbe für den Punkt E, für das Gleichgewicht die Gleichung:

$$X'dx'+Y'dy'+X''dx''+Y''dy''=o$$

Statt findet."

---

*) Wird nämlich die in der Richtung von ED, alſo rechtwinklicht auf KV wirkende Kraft in eine waagerechte und in eine lothrechte zerlegt, ſo verhalten ſich dieſe 3 Kräfte wie $ED:DQ:EQ$, und dieſe letztern Werthe können für die erſtern geſetzt werden. Für das Gleichgewicht aber muß die Summe der Momente der zwei Kräfte, welche den Winkelhebel $VKUKR$ nach einer Seite zu drehen ſtreben, dem Momente der Kraft, welche entgegengeſetzt wirkt, gleich ſein, alſo

$$KV.ED+KR.EQ=KU.DQ,$$

und da $KR=DU$,

$$KV.ED+DU.EQ=KU.DQ,$$

alſo

$$KV.ED=KU.DQ-DU.EQ.$$

**) Man ſehe hierüber: Analytiſche Mechanik von Lagrange, überſetzt von Murhard. Göttingen 1797. Seite 14 bis 25.

„Da die Längen der Hebel unveränderlich sind, so hat man, wenn dieselben durch f und g bezeichnet werden, die beiden Gleichungen $f=\sqrt{(x'^2+y'^2)}$, und $g=\sqrt{[(x''-x')^2+(y''-y')^2]}$, welche differenziirt geben:
$x'dx'+y'dy'=0$, $(x''-x')(dx''-dx')+(y''-y')(dy''-dy')=0$."

„Multiplicirt man jede dieser beiden Gleichungen durch einen unbestimmten Coefficienten, addirt beide zu der vorhergehenden, und setzt die in das Differenzial jeder der Coordinaten multiplicirten Größen jede für sich $=0$, so erhält man die vier Gleichungen

$$X'+\lambda x'-\lambda'(x''-x')=0$$
$$Y'+\lambda y'-\lambda'(y''-y')=0$$
$$X''+\lambda'(x''-x')=0$$
$$Y''+\lambda'(y''-y')=0$$

aus denen man durch Elimination der unbestimmten Coefficienten λ und λ' für die Bedingungen des Gleichgewichts erhält *):

$$X''(y''-y')-Y''(x''-x')=0$$
$$(X'+X'')y'-(Y'+Y'')x'=0."$$

---

*) Aus der dritten und vierten folgt

$$-\lambda'=\frac{X''}{x''-x'}=\frac{Y''}{y''-y'}. \quad (a)$$

und

$$X''(y''-y')=Y''(x''-x'). \quad (I)$$

Aus der ersten und zweiten folgt

$$\lambda=\frac{\lambda'(x''-x')-X'}{x'}=\frac{\lambda'(y''-y')-Y'}{y'}$$
$$\lambda'(x''-x')y'-X'y'=\lambda'(y''-y')x'-Y'x'$$
$$\lambda'[(x''-x')y'-(y''-y')x']=X'y'-Y'x'$$
$$\lambda'=\frac{X'y'-Y'x'}{(x''-x')y'-(y''-y')x'}=-\frac{X''}{x''-x'} \text{ aus (a)}$$
$$X'y'(x''-x')-Y'x'(x''-x')=-X''y'(x''-x')+X''x'(y''-y')$$
$$(X'+X'')y'(x''-x')-Y'x'(x''-x')-X''x'(y''-y')=0;$$

aber aus I ist $X''=\frac{Y''(x''-x')}{(y''-y')}$; also

$$(X'+X'')y'(x''-x')-Y'x'(x''-x')-\frac{Y''(x''-x')}{(y''-y')}.x'(y''-y')$$
$$(X'+X'')y'(x''-x')-Y'x'(x''-x')-Y''x'(x''-x')=0$$
$$(X'+X'')y'-Y'x'-Y''x'=0$$
$$(X'+X'')y'-(Y'+Y'')x'=0. \quad (II)$$

Digitized by Google

„Aus den Bedingungen der Aufgabe folgt:

$$X'=0,\ Y'=\mu\frac{EF}{EQ}+\nu\frac{KS}{KR},\ X''=\mu\frac{FQ}{EQ}\cdot\frac{DQ}{EQ},\ Y''=\mu\frac{FQ}{EQ}.$$

Setzt man diese Werthe in die zwei vorhergehenden Gleichungen, so findet sich, daß die erste, welche nichts weiter ausdrückt, als daß die Produkte aus den Kräften X'' und Y'' durch ihre Abstände vom Punkte D gleich sein müssen, erfüllt wird. Aber die zweite giebt:

$$\mu\frac{FQ}{EQ}\cdot\frac{DQ}{EQ}\cdot KU-\nu\cdot KS-\mu KR=0$$

wie vorhin angegeben.

„Lagrange's Methode giebt unmittelbar die Größen der Kräfte, welche auf die Hebel wirken. Der Druck auf den Hebel DK ist $=\lambda\sqrt{(x'^2+y'^2)}$. Aus den vier vorstehenden Gleichungen findet sich $\lambda^2x'^2=(X'+X'')^2$ (aus der ersten und dritten), und $\lambda^2y'^2=(Y'+Y'')^2$ (aus der zweiten und vierten), und daraus ergiebt sich der Werth dieses Druckes $=$

$$\sqrt{[(X'+X'')^2+(Y'+Y'')^2]}$$

oder wenn für X', X'', Y', Y'' ihre Werthe gesetzt werden $=$

$$\sqrt{\left[\mu^2\left(\frac{FQ}{EQ}\right)^2\left(\frac{DQ}{EQ}\right)^2+\left(\mu+\nu\cdot\frac{KS}{KR}\right)^2\right]}.$$

Dieser Druck wirkt übrigens senkrecht auf eine Linie, deren Gleichung $x'dx'+y'dy'=0$ ist, also auf eine Kreislinie, deren Mittelpunkt K, d. h. in der Richtung des Hebels DK."

„Der Druck auf den Hebel ED wird durch $\lambda\sqrt{[(x''-x')^2+(y''-y')^2]}$ ausgedrückt, oder, da aus den zwei schon erwähnten Gleichungen $\lambda(x''-x')=X''$, und $\lambda(y''-y')=Y''$ folgt, durch $\sqrt{(X''^2+Y''^2)}$; und wenn statt X'' und Y'' ihre Werthe gesetzt werden, durch

$$\mu\cdot\frac{FQ}{EQ}\cdot\frac{ED}{EQ}.$$

Dieser Druck wirkt rechtwinklicht auf eine Linie, deren Gleichung $(x''-x')dx'+(y''-y')dy'=0$ ist, also auf eine Kreislinie, deren Mittelpunkt in D liegt, oder in der Richtung des Hebels ED. Es läßt sich leicht einsehen, daß man durch Zerlegung der Kräfte auf dieselben Ergebnisse kommen würde."

„*) Man sieht, daß die Größe des Schubes und mithin die Stärke, welche die

*) „Bei dieser Rechnung ist angenommen, daß im Scheitel eine lothrechte Fuge sei, während es doch gebräuchlich ist, hier den sogenannten Schlußstein einzubringen. Diese Annahme verursacht in der Rechnung keinen bemerkbaren Fehler, und giebt nur die bewegende Kraft etwas zu groß an."

Stirnpfeiler erhalten müſſen, mit FQ zunimmt, d. h. wenn der Schwerpunkt des obern Theils des Gewölbes dem Scheitel deſſelben näher kommt. Ein Gleiches findet in Betreff des waagerechten Druckes, welchen die beiden Theile des Gewölbes, im Falle des Gleichgewichts, gegen einander ausüben, Statt, wie auch die Form des Ausdruckes für denſelben, welche offenbar

$$\mu \cdot \frac{FQ}{EQ} \cdot \frac{DQ}{EQ}$$

iſt, angiebt."

„Wir müſſen hier mit Hrn. Boistard bemerken, daß man ſich bisher geirrt hat, indem man glaubte, daß das Setzen eines Gewölbes von der Verkürzung der innern Wölbung abhänge. Dies Setzen hängt augenſcheinlich von der Verkürzung der krummen Linie DEd (Taf. 1. Fig. 2.) ab, welche durch die Punkte läuft, in denen die Wölbſteine einander in den Brechungsfugen berühren, und die man auch als die Berührungspunkte der dazwiſchen liegenden Steine anſehen kann. Die Art dieſer krummen Linie iſt nicht leicht zu beſtimmen, aber für die Ausführung kann man ohne bemerkbaren Fehler annehmen, daß ſie mit der die innere Wölbung beſtimmenden von einerlei Art ſei, und dies iſt im Vorigen geſchehen."

Soll nun die von Gauthey gebrauchte Bezeichnung in die Langsdorf'ſche verwandelt werden, ſo braucht man nur zu erwägen, daß

μ bei Gauthey		M bei Langsdorf heißt,
$\frac{FQ}{EQ} = \frac{DQ - MF}{DQ}$ bei G.		$\frac{ai - bi}{ai} = \frac{ab}{ai}$ bei L.
$\frac{DQ}{EQ}$	=	$\frac{ai}{di} = \frac{ai}{ag}$ =
$KU = DR$	=	ak =
KR	=	kn =
ν	=	$\varphi . M$ =
KS	=	δn =

Dann wird aus der Gleichung bei Gauthey

$$\mu \cdot \frac{FQ}{EQ} \cdot \frac{DQ}{EQ} . KU = \mu . KR + \nu . KS$$

$$M . \frac{ab}{ai} . \frac{ai}{ag} . ak = M . kn + \varphi . M . \delta n$$

oder

$$M . \frac{ab}{ag} . ak = M . kn + \varphi . M . \delta n$$

oder

$$\left(\frac{ab}{ag} . ak - kn - \varphi . \delta n \right) M = 0$$

oder

$$\left(\frac{ab}{ag}-\frac{\delta n.\varphi+kn}{ak}\right)M=0$$

deren Uebereinſtimmung mit der früher angegebenen abgeänderten Langsdorf'ſchen Formel, welche den Unterſchied von Druck und Widerſtand angeben ſoll, in der alſo die rechte Seite anſtatt, wie hier, $=0$, $=\mathfrak{M}$ geſetzt wird, vollkommen erwieſen iſt.

Aus eben den Gründen, aus denen die eben erwähnte Langsdorf'ſche Formel abgeändert worden, muß dann auch in ſeiner angeführten Schrift §. 23. S. 15. Z. 8 v. u. der lothrechte Druck der Maſſe M auf den Punkt $a=M$, alſo ebendaſ. Z. 4 v. u. der geſammte lothrechte Druck auf $mn=(\Phi+1)M$, und Z. 1 v. u.

$$\mathfrak{M}^{(s)}=\left[\frac{ab}{ag}-\mu(\Phi+1)\right]M$$

geſetzt werden.

Eben ſo wird in §. 25. S. 16. Z. 13 v. u. der geſammte lothrechte Druck auf $m'n'=(\Phi+1)M$; Z. 10 v. u. der auf $m'n'$ ſenkrechte $=(\Phi+1)M\,cof.\alpha$; Z. 1 bis 8 v. u. die Kraft, welche mit dem Abgleitungsbeſtreben der Maſſe $m'n'oa$, mit Inbegriff der hinzutretenden Reibung im Gleichgewicht iſt, $=[(\Phi+1)\,ſin.\alpha+\mu(\Phi+1)\,cof.\alpha]M$ $=(\Phi+1)(ſin.\alpha+\mu\,cof.\alpha)M$; S. 17. die Gleichung Z. 5 v. o.

$$\left[\frac{ab}{ag}.cof.\alpha-(\Phi+1)(ſin.\alpha+\mu\,cof.\alpha)\right].M=0;$$

Z. 8 v. o. der Ueberſchuß des Druckes nach $m'n'$ allgemein $=$

$$\left[\frac{ab}{ag}.cof.\alpha-(\Phi+1)(ſin.\alpha+\mu\,cof.\alpha)\right]M$$

und Z. 12 v. o.

$$\mathfrak{M}^{(s)}=\left[\frac{ab}{ag}-(\Phi+1)(tang.\alpha+\mu)\right]M.$$

Auf die §. 29. S. 21. Z. 13 und §. 30. Z. 17 v. e. gefundenen zwei Ausdrücke

$$^{(s)}\mathfrak{M}=\left(\frac{1-\mu.tg.x}{tg.x+\mu}-\frac{\varphi.\delta n}{ak}\right)M$$

und

$$^{(s)}\mathfrak{M}=\left(\frac{1-\mu.tg.x}{tg.x+\mu}-\frac{\varphi.\delta'n'}{ak'}\right)M$$

hat die vorige Abänderung keinen Einfluß, und es ſollen dieſelben hier beibehalten werden.

Ein Gleiches findet in Betreff der §. 31. S. 22. Z. 13 v. o., und §. 32. S. 23. Z. 2 u. 3 v. o. gefundenen Ausdrücke:

$$^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}=\left(\frac{1-\mu.tang.x}{tang.x+\mu}-(1+\Phi).\mu\right).M$$

und

$$^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}=\left[\frac{1-\mu\,tang.x}{tang.x+\mu}-\left(\frac{(1+\Phi).\mu}{cof.\alpha+\mu\,ſin.\alpha}+\Phi\,ſin.\alpha\right)ſec.\alpha\right].M$$

Statt.

Es ist nun sehr leicht, die in den §§. 33 bis 49 einschließlich vorkommenden Ausdrücke, Bogen mit An- und Uebermauerung betreffend, dem Vorigen gemäß abzuändern, und soll daher darüber hier nichts weiter angeführt werden.

Diese Formeln werden nun ganz in der von Langsdorf angegebenen Art angewandt, d. h. nachdem Weite, Höhe und Gestalt der innern Wölbung eines Bogens bestimmt ist, wird beliebig eine Gewölbdicke, wie sich jedoch von selbst versteht, um so wenig Probeberechnungen als möglich nöthig zu haben, ohngefähr nach Maaßgabe der bei einer bekannten Brücke von ähnlichen Abmessungen, angenommen, und nun zuerst zugesehen, ob M lauter verneinte Werthe für alle x, von denen nur immer etwa je 10° von einander entfernte genommen zu werden brauchen, erhält, oder nicht, wenn in den Ausdruck dafür die angenommene Gewölbdicke gesetzt wird. Es scheint auf den ersten Anblick zwar, als käme die Gewölbdicke, die Langsdorf δ nennt, in dem gedachten Ausdrucke nicht vor; indessen ist dies allerdings mittelbar der Fall, da M sowohl als Φ, ersteres den Inhalt des obern als drückend angenommenen Gewölbestückes, letzteres den Quotienten des Inhalts des untern als widerstehend angenommenen Gewölbstückes durch den des obern bezeichnend, von δ abhängig ist.

Ist das erstere der Fall, so ist dies ein Zeichen, daß δ noch verringert werden könne, wo dann der neue Werth wieder nach und nach mit verschiedenen, wie vorher in arithmetischer Progression stehenden Werthen von x in die Formel gesetzt wird. So lange M noch lauter verneinte Werthe giebt, was sich im Anfange bald ohne die Rechnung für alle Werthe von x von 10 zu 10 Grad durchzuführen übersehen läßt, kann δ noch immer vermindert werden, bis man auf ein δ kommt, welches M, wenn auch nur für ein x, bejaht giebt, woraus sich folgern läßt, daß dieser Werth zu klein ist, so daß man dann δ wieder etwas zunehmen läßt, bis irgend einer von den dazu gehörigen Werthen von M für die verschiedenen x eine sehr kleine verneinte Größe wird, alle übrige aber zugleich verneint bleiben.

Tritt der zweite Fall ein, so ist ein einziger bejahter Werth für irgend ein x schon hinreichend, zu beweisen, daß δ zu klein angenommen ist, und es muß dann so lange vergrößert werden, bis man auf einen Werth kommt, der die am Ende des vorigen Absatzes angegebenen Bedingungen erfüllt.

Ist man hierdurch überzeugt, daß δ für das Gleichgewicht in Bezug auf M von gehöriger Größe angenommen worden, wenn nur ein Brechungspunkt zwischen Scheitel und Fuß jeder Hälfte des Gewölbes möglich ist, so muß nun auch noch der gefundene

Werth

Werth von δ in den zweiten für M angegebenen Ausdruck, der für den Fall gilt, wenn zwei Brechungspunkte zwischen Scheitel und Fuß möglich sind, nach und nach wieder für verschiedene Werthe von x, und für verschiedene am besten in einer arithmetischen Reihe liegende Werthe von β für jedes x gesetzt werden.

Findet man hierbei lauter verneinte Werthe für M, so ist δ immer noch groß genug; im entgegengesetzten Falle aber muß δ noch so lange vergrößert werden, bis der erstere eintritt.

Es könnte hierbei vorkommen, daß auch ein kleineres als das vorher gefundene δ alle Werthe des zweiten Ausdrucks für M verneint machte; allein es muß nichts desto weniger der größere Werth beibehalten werden, da gerade die nachtheiligste Wirkung aufgehoben werden muß.

Auf ähnliche Weise wird nun der gefundene Werth von δ nach und nach in die zwei verschiedenen Ausdrücke je für $M^{(x)}$, $^{(x)}M$ und $^{(x)}M^{(x)}$ gesetzt, nie verkleinert, wohl aber jedesmal vergrößert, wenn einer von diesen Ausdrücken bejaht werden sollte, bis δ so groß ist, daß dafür alle Werthe von M, $M^{(x)}$, $^{(x)}M$ und $^{(x)}M^{(x)}$ verneint werden, bei der letzten Vergrößerung von δ aber der Ausdruck, für den es geschieht, den möglich kleinsten verneinten Werth erhält, da dieser für den Zustand des Gleichgewichts eigentlich $=0$ sein muß.

Der beschwerlichste Theil der nach dem Vorigen anzustellenden Berechnungen ist die Aufsuchung der Schwerpunkte der einzelnen Theile der Gewölbe, vorzüglich bei gedrückten Bogen aus verschiedenen Mittelpunkten mit Hintermauerung und Stirnmauern.

In Prony's neuer Architektura Hydraulika, übersetzt von Langsdorf, §§. 224. 225. 228. 229. ist ein ganz vortreffliches näherndes Verfahren bei Aufsuchung des Schwerpunkts einer ebenen Fläche angegeben, dessen Anwendung Jedem zu empfehlen ist, der eine bedeutende Brücke nach dem Vorstehenden entwerfen will, und sich nicht davor scheuet, einige Ziffern mehr niederschreiben zu müssen, oder nicht zu viel Geist besitzt, um sich mit solchen ins Einzelne gehenden Armseligkeiten abgeben zu können.

Für Fälle von geringerer Bedeutung ist ein von Gauthey a. a. O. Theil I. S. 335. 336. angegebenes Verfahren, den Schwerpunkt eines gemischtlinigten Dreiecks durch Zeichnung zu finden, sehr brauchbar. Dies Verfahren besteht darin, daß, wenn der Schwerpunkt eines gemischtlinigten Dreiecks *abc* (Taf. 1. Fig. 3.) gefunden werden soll, in demselben, mit den beiden geraden Seiten gleichlaufend, eine beliebige Menge von Linien gezogen, jede derselben halbirt, und durch die Halbirungspunkte sowohl der mit der einen,

als der mit der andern geraden Seite gleichlaufenden Linien zwei Curven gezogen werden, deren Durchschnittspunkt dann den gesuchten Schwerpunkt angiebt. Ist hierbei die Zeichnung mit einiger Genauigkeit nach einem nicht allzu kleinen Maaßstabe aufgetragen, so sind die Fehler durchaus nicht so bedeutend, daß sie auf die Bestimmung der Gewölbdicke im Scheitel Einfluß haben könnten.

Da in der Langsdorf'schen Schrift §. 7. geäußert wird:

„Es könnte befremden, wenn ich noch bemerke, daß in Fällen, wo das Gewölbe zu schwach gefunden wird, die Vergrößerung der Gewölbdicke keineswegs allemal ein festeres Gewölbe giebt. Man wird aber von der Richtigkeit dieser Bemerkung in der Folge vollkommen überzeugt werden."

auch §. 86. gesagt wird:

„Für noch größere δ werden die bejaheten Werthe von $\mathfrak{M}^{(\varepsilon)}$ noch größer."

so wird hier nachgewiesen werden müssen, daß in allen Ausdrücken für $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{M}^{(\varepsilon)}$ und $^{(\varepsilon)}\mathfrak{M}$ nach den hiervor angegebenen Abänderungen mit wachsendem δ der bejahete Werth ab- und der verneinte Werth zunimmt, auf den für $^{(\varepsilon)}\mathfrak{M}^{(\varepsilon)}$ aber die Vergrößerung von δ gar keinen Einfluß hat.

Nach der im Anfange dieses Kapitels gegebenen Auseinandersetzung ist

$$\mathfrak{M} = \left(\frac{ab}{ag} - \frac{\delta n\ \varphi + kn}{ak}\right) M.$$

Da M für einerlei Werth von x mit δ zunimmt, so braucht nur erwiesen zu werden, daß der Werth des eingeklammerten Factors, wenn δ wächst, so lange er bejaht ist, ab-, und, sobald er verneint wird, zunimmt. Mit der Vergrößerung von δ nimmt aber cy zu. Denn wenn mit Langsdorf §. 20. $\mathfrak{R} = \frac{76,4}{s} \cdot \left(R + \frac{r^2}{R+r}\right) \sin.\frac{1}{2}(\alpha+\beta)$ gesetzt wird, so ist, wenn man x, also auch $(\alpha+\beta)$, wie hier erforderlich, beständig annimmt, nur der eingeklammerte Factor zugleich mit δ, und in demselben nur R veränderlich, r aber beständig. Nimmt aber R um d zu, wo d, so wie R und r, bejahet ist, so verwandelt sich $R + \frac{r^2}{R+r}$ in $R + d + \frac{r^2}{R+d+r}$, und es braucht hier nur erwiesen zu werden, daß

$$R + d + \frac{r^2}{R+d+r} - \left(R + \frac{r^2}{R+r}\right)$$

eine bejahete Größe für jeden bejaheten Werth von d ist.

Der gedachte Ausdruck läßt sich aber verwandeln, wie folgt:

$$d+\frac{r^2}{R+d+r}-\frac{r^2}{R+r}$$

$$d+\frac{r^2R+r^3-r^2R-r^2d-r^3}{(R+d+r)(R+r)}$$

$$d-\frac{r^2d}{(R+d+r)(R+r)}$$

$$d-\frac{r^2d}{R^2+Rd+2Rr+rd+r^2}$$

$$\frac{R^2d+Rd^2+2Rrd+rd^2+r^2d-r^2d}{R^2+Rd+2Rr+rd+r^2}$$

$$\frac{R^2d+Rd^2+2Rrd+rd^2}{R^2+Rd+2Rr+rd+r^2}=\frac{x}{z+r^2}.d$$

also stets bejaht.

Nimmt aber cy zu, so nimmt, bei wachsendem δ und unveränderlichem x, ab ab, ag aber zu, also $\frac{ab}{ag}$, das bejahete Glied ab.

Bei gleich dicken Bogen bleibt aber Φ zugleich mit x beständig, und eben so ak, während kn mit δ zugleich wächst. δn aber wächst auch zugleich mit δ, wie sogleich bewiesen werden soll.

Nimmt die Gewölbdicke um d zu, so wird aus δ, $\delta+d$, aus $R=r+\delta$, $r+\delta+d$, während r unveränderlich bleibt. Drückt man den Abstand des Schwerpunktes z der Gewölbfläche $maon$ aus, wie in Eytelwein's Handbuch der Statik, 1ster Band §. 110, und nennt den Bogen $am=b$, und die dazu gehörige Sehne $=s$, so ist

$$cz=\frac{2.s}{3.b}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}$$

oder

$$cz=\frac{2.s}{3.b}.\frac{R^2+Rr+r^2}{R+r}$$

oder anstatt R, $r+\delta$ gesetzt

$$cz=\frac{2.s}{3.b}.\frac{(r+\delta)^2+r(r+\delta)+r^2}{2r+\delta}$$

$$cz=\frac{2.s}{3.b}.\frac{3r^2+3r\delta+\delta^2}{2r+\delta}$$

wird aber aus δ, $\delta+d$, so verwandelt sich cz in

$$cz'=\frac{2.s}{3.b}.\frac{3r^2+3r(\delta+d)+(\delta+d)^2}{2r+\delta+d}=$$

$$cz'=\frac{2.s}{3.b}.\frac{3r^2+3r\delta+3rd+\delta^2+2\delta d+d^2}{2r+\delta+d}$$

Der Abſtand des Schwerpunktes z vom Mittelpunkte wächſt alſo, wenn δ um d wächſt, um

$$cz' - cz = \frac{2.r}{5.b}.\left(\frac{5r^2+5r\delta+3rd+\delta^2+2\delta d+d^2}{2r+\delta+d} - \frac{5r^2+5r\delta+\delta^2}{2r+\delta}\right)$$
$$= \frac{2.r}{5.b}.\left(\frac{(3r^2+4r\delta+2rd+\delta^2+\delta d)d}{4r^2+4r\delta+2rd+\delta^2+\delta d}\right)$$
$$= \frac{2.r}{5.b}.\frac{1}{1+r^2}.d$$

$c\delta$ aber wächſt um $(cz'-cz)\,cof.\frac{1}{2}(\alpha+\beta)$, alſo um

$$\frac{2.r}{5.b}.\frac{1}{1+r^2}\,cof.\tfrac{1}{2}(\alpha+\beta).d$$

während cn um d wächſt. δn aber wächſt um d weniger das, um was $c\delta$ wächſt, alſo um

$$d - \frac{2.r}{5.b}.\frac{1}{1+r^2}.cof.\tfrac{1}{2}(\alpha+\beta)d =$$
$$\left(1 - \frac{2.r}{5.b}.\frac{1}{1+r^2}.cof.\tfrac{1}{2}(\alpha+\beta)\right)d$$

welcher Ausdruck ſtets bejaht iſt, da alle Factoren des verneinten Gliedes im Coefficienten von d ächte Brüche ſind, alſo ihr Produkt < 1 iſt.

Dann aber nehmen die beiden Glieder des Zählers des verneinten Gliedes im Ausdrucke für $\mathfrak{M}$ zugleich mit δ zu, während der Nenner unveränderlich iſt, alſo dieſes Glied ſelbſt zu, während das bejahete abnimmt, woraus wieder hervorgeht, daß ein bejaheter Werth von $\mathfrak{M}$ mit wachſendem δ abnehme, ein verneinter aber zunimmt. Auf gleiche Weiſe iſt daſſelbe für den zweiten Ausdruck für $\mathfrak{M}$ zu beweiſen.

Im Ausdrucke für:

$$\mathfrak{M}^{(s)} = \left(\frac{ab}{ag} - \mu(\Phi+1)\right)M$$

nimmt $\frac{ab}{ag}$, wie vorher, ab, wenn δ wächſt, während μ und Φ unveränderlich bleiben, woraus wieder hervorgeht, daß bei zunehmendem Werthe von d bejahete Werthe von $\mathfrak{M}^{(s)}$ abnehme, verneinte aber zunehmen.

Daſſelbe findet im zweiten Ausdrucke für $\mathfrak{M}^{(s)}$ Statt, da auch $tg.\alpha$ bei zunehmendem δ, alſo auch das ganze verneinte Glied im Coefficienten von M, beſtändig iſt.

Im Ausdrucke für:

$${}^{(s)}\mathfrak{M} = \left(\frac{1-\mu\,tang.x}{tg.x+\mu} - \frac{\varphi.\delta n}{ak}\right)M$$

iſt das bejahete Glied im Coefficienten von M beſtändig, da das Wachſen von δ ſowohl μ als x unverändert läßt; im verneinten Gliede aber bleibt Φ ſowohl als ak beſtändig, während δn mit δ zugleich wächſt, ſo daß alſo auch hier mit wachſendem δ die bejaheten Werthe von ${}^{(s)}\mathfrak{M}$ abnehmen und die verneinten zunehmen.

Digitized by Google

Die beiden Ausdrücke für $^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}$:

$$^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)} = \left(\frac{1-\mu\,tang.\,x}{tang.\,x+\mu} - (1+\Phi)\,\mu\right) M$$

und

$$^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)} = \left(\frac{1-\mu\,tang.\,x}{tang.\,x+\mu} - \left[\frac{(1+\Phi)\,\mu}{cos.\,\alpha+\mu\,sin.\,\alpha} + \Phi\,sin.\,\alpha\right] sec.\,\alpha\right) M$$

haben für Bogen von gleicher Dicke gar keine veränderliche Größe. Findet sich, daß dieselben für den für die vorhergehenden hinreichend befundenen Werth von δ noch bejahete Werthe behalten, so können diese weggeschafft werden, wenn man Φ vergrößert, was, alles Uebrige beständig angenommen, dadurch geschehen kann, daß für die äußere Wölbung nicht mehr eine der innern gleichlaufende Linie behalten, sondern dafür eine sich vom Scheitel nach unten immer mehr davon entfernende, etwa mit Langsdorf eine Spirallinie, genommen wird.

Anstatt aber die Gewölbsteine im untern Theile des Bogens länger zu machen, kann auch noch der fehlende Widerstand durch die Hintermauerung hervorgebracht werden, indem dann die von der Last derselben herrührende Reibung dem Widerstande zu Gute kommt.

Hat $^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}$ bei dem für alle übrigen Bedingungen hinreichend gefundenen Werthe von δ einen bejaheten Werth, so muß zuvörderst zugesehen werden, ob durch diejenige Hintermauerung, deren Queerschnitt nach der Länge der Brücke durch ein Loth durch das hintere Ende des untersten Gewölbsteins begrenzt wird, wenn solche bis höchstens zur Höhe des Scheitels der äußern Wölbung geht, Φ so groß wird, daß $^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}$ für alle x verneinte Werthe erhält, im entgegengesetzten Falle aber für das Gleichgewicht noch so viel Mauer hinter dem erstgedachten Lothe angebracht werden, daß die daher rührende Reibung

$$\mu\,b\,h = \text{dem bejaheten Werthe von } {}^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}$$

wird, wo b die Breite oder Stärke dieser außerhalb der äußern Wölbung fallenden Hintermauerung und h deren Höhe bedeutet, so daß

$$b = \frac{^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}}{\mu\,h}$$

sein muß.

Auf diese Weise läßt sich in allen Fällen ein für das Gleichgewicht zureichender Werth von δ in $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{M}^{(s)}$ und $^{(s)}\mathfrak{M}$, und für ein dazu gehöriges b in $^{(s)}\mathfrak{M}^{(s)}$ finden, wenn für den für δ gefundenen Werth der letztere Ausdruck bejaht bleibt. Indessen muß dann für δ sowohl als für b ein etwas größerer als der wie gedacht gefundene Werth angenommen werden, damit der Widerstand größer als die zu erhaltende Last sei.

Da mit wachſenden Werthen von δ und b, wie früher erwieſen, allemal die Feſtigkeit zunimmt, δ aber nicht oft über 5 Fuß Preuß. werden möchte, ſo iſt ¼ Zuſchuß für δ ſowohl als für b gewiß angemeſſen, da eine etwas zu ſtarke Vergrößerung von b die Baukoſten ſo gut als gar nicht vermehrt, in Bezug auf δ aber die etwa erforderlichen Mehrkoſten nie ſo bedeutend werden können, daß man, zumal bei der Unmöglichkeit, den Coefficienten μ genau zu beſtimmen, genöthigt wäre, die Zugabe durch immer ſchwankend bleibende Rechnungen mit mehr Weitläuftigkeit, als hiervor angegeben, zu beſtimmen.

Was die Größe von μ betrifft, ſo nimmt Langsdorf ſolche $=\frac{1}{3}$ und $=\frac{1}{2}$ an, und berechnet die Widerſtände nach dieſen verſchiedenen Annahmen. Nach dem in Gauthey's angef. Werke Theil I. S. 327. angeführten Ergebniſſe der Boistard'ſchen Verſuche iſt μ für Stein auf Stein, oder für Stein auf lufttrockenem Mörtel $=0{,}76$, wonach alſo μ mit Sicherheit $=\frac{1}{2}=0{,}5$ angenommen werden kann.

Endlich iſt noch zu prüfen, ob die rückwirkende Feſtigkeit der Steinart, von welcher das Gewölbe aufgeführt werden ſoll, groß genug iſt, um dem Drucke im Scheitel widerſtehen zu können. Der letztere kann jedesmal durch den ſehr einfachen Ausdruck in der angeführten Langsdorf'ſchen Schrift S. 215. Z. 9 v. o.

$$\delta . Z . = \frac{dn}{gn} . M . G$$

genau genug gefunden werden, wo δ die Dicke des Gewölbes im Scheitel, alſo, wenn alles ſich auf Fuße bezieht, den Inhalt des Durchſchnitts des letztern auf einen Fuß Länge des Gewölbes in Quadratfußen, Z den Druck auf einen Quadratfuß, dn die Entfernung des Schwerpunktes der Stirnfläche des Gewölbes mit Hintermauerung vom Lothe durch den tiefſten Punkt der äußern Wölbung, gn den Abſtand des Scheitels von der waagerechten Linie durch denſelben Punkt, M den Inhalt der Stirnfläche des Gewölbes in Quadratfußen, und G das Gewicht eines Cubikfußes Gewölbe bezeichnet.

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß, wenn Z ausgemittelt iſt, die Feſtigkeit des Steins oder der Druck auf einen Quadratfuß, bei welchem er zerdrückt wird, wenigſtens $=4Z$ ſein muß, um hinreichenden Ueberſchuß an Widerſtand zu behalten, da nicht allein einzelne Steine Fehler haben können, ſondern auch bei der genaueſten Arbeit nie zu erlangen ſein wird, daß der ganze Druck gleichförmig über die ganze gedrückte Fläche vertheilt ſei, wobei dann die angegriffenen Stellen die nicht angegriffenen mit übertragen müſſen.

Maſchinen zu Verſuchen über die Feſtigkeit der Steine müſſen im Weſentlichen die Einrichtung haben, daß durch Aufhängen eines Gewichtes an einem einarmigen Hebel ein

Digitized by Google

sehr großer, leicht meßbarer Druck auf die Spitze einer Pyramide auf einem vierseitigen Prisma, welches auf dem zu zerdrückenden Steine von mit ihm gleicher Grundfläche steht, hervorgebracht wird, und können auf sehr verschiedene Weisen sehr leicht eingerichtet werden.

Nach Eytelwein's Handbuche der Statik, 2ter Band §. 504., ist die rückwirkende Festigkeit des Rothenburger Sandsteins auf den Quadratzoll Preuß. 2631 Berl. Pfund, und eines gut gebrannten Mauersteins 1124 Pfund.

Zweites Kapitel.

Bestimmung der Stärke der Stirnpfeiler bei steinernen Brücken.

Es ist bisher bei Bestimmung der Stärke der Stirnpfeiler steinerner Brücken fast immer vorausgesetzt worden, daß der Stirnpfeiler mit dem Gewölbstücke unter der Brechungsfuge nur eine einzige unzertrennliche Masse ausmache, und diese von dem obern Bogenstücke, zwischen der Brechungsfuge und dem Scheitel, nur so angegriffen werde, daß entweder ein Umdrehen um die äußere Seite der Grundfläche, oder ein Verschieben auf der letztern zu fürchten sei.

Dies ist aber keinesweges der wahren Beschaffenheit solcher Stirnpfeiler gemäß, die stets aus waagerecht durchlaufenden Schichten bestehen, von denen also die, auf welcher die untersten Wölbsteine liegen, durch den von den letztern ausgehenden waagerechten Schub nach Außen gedrängt werden kann. Es lassen sich zwar hiergegen dadurch einige Vorkehrungen treffen, daß man die Lagerfugen nicht geradezu durchlaufen, sondern Steine aus einer Schicht in die andere greifen läßt, auch die über einander liegenden Schichten mit einander verklammert; allein dies ist noch nicht zuverlässig genug, und es läßt sich volle Sicherheit nur dann erwarten, wenn hinter dem Bogen eine so starke Anmauerung befindlich ist, daß der Schub des erstern die von der letztern herrührende Reibung nicht zu überwältigen im Stande ist.

Ist δ so groß angenommen, daß dabei für alle Werthe von x, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{M}^{(x)}$ und ${}^{(x)}\mathfrak{M}$ verneinte Werthe erhalten, so ist die Hintermauerung und die An- oder Vormauerung, wie schon im vorigen Kapitel angegeben, blos aus dem Ausdrucke für ${}^{(x)}\mathfrak{M}^{(x)}$ zu bestimmen. Allein fast in allen Fällen würde δ, wenn keine Hintermauerung angenommen würde, einen so großen Werth erhalten müssen, daß dies erstere nur als Aus-

nahme gelten darf. Unter diesen Umständen wird es am besten sein, auf folgende Art zu verfahren.

Zuvörderst bestimme man den Werth von δ aus den beiden Ausdrücken für M so, als wenn von Hintermauerung nicht die Rede wäre. So lange für alle Werthe von x $\frac{\delta n}{ak}.\Phi+\frac{kn}{ak}\leqq\mu\Phi+\mu$ bleibt, braucht δ für $\mathfrak{M}^{(\epsilon)}$ nicht vergrößert zu werden. Es ist aber aus der bloßen Betrachtung der Figur leicht einzusehen, daß für kleine Werthe von x $\frac{\delta n}{ak}>$ werden kann als μ, noch früher aber $\frac{kn}{ak}>\mu$; woraus hervorgeht, daß ohne Hintermauerung, bei übrigens gleichen Umständen, für $\mathfrak{M}^{(\epsilon)}$ ein größerer Werth von δ nöthig wird, als für M. Anstatt nun diesen anzunehmen, behalte man den aus M gefundenen Werth von δ bei, nachdem man hierbei schon auf eine Ausmauerung der Gewölbwinkel wenigstens bis zum 30sten Grade vom Scheitel an abwärts gerechnet hat, und setze dann für das Gleichgewicht den größten bejaheten Werth von $\mathfrak{M}^{(\epsilon)}=\mu.hb$, wo h die Höhe der Anmauerung, und b deren Breite vom untersten Punkte der äußern Wölbung an bezeichnet, indem der bei der beibehaltenen Gewölbstärke nicht durch das untere Bogenstück und das Mauerwerk in den Gewölbwinkeln aufgehobene waagerechte Schub der Reibung von der Anmauerung gleich sein muß, diese aber hier, wo überall die Länge des Gewölbes und das Gewicht eines Cubikfußes Mauer als gemeinschaftliche Factoren ausgelassen sind, durch μbh ausgedrückt wird, wobei sich jedoch von selbst versteht, daß wegen des erforderlichen Ueberschusses des Widerstandes b etwas (beiläufig $\frac{1}{4}$ mal) breiter genommen werden muß, als für das Gleichgewicht nöthig wäre.

Dann giebt $b+\delta$ die Stärke der Widerlager, welche erforderlich ist, um zu verhüten, daß der Fuß des Gewölbes wegen der Hebelwirkung des obern Stückes ausgleite.

Zur größern Sicherheit kann dann noch versucht werden, ob die Werthe von $^{(\epsilon)}\mathfrak{M}$ und $^{(\epsilon)}\mathfrak{M}^{(\epsilon)}$ verneint bleiben, was aber dann fast immer der Fall sein wird; widrigenfalls b nach diesen Ausdrücken vergrößert werden müßte.

Kann der größte waagerechte Schub schon nicht mehr die von dem Gewichte des obern Theils des Widerlagers herrührende Reibung überwinden, so ist freilich noch viel weniger zu fürchten, daß das Widerlager auf seiner Grundfläche zurückgeschoben werde, und also desfalls keine Rechnung weiter anzustellen.

Indessen wäre es immer noch möglich, zumal bei flachen Bogen und hohen Widerlagern, daß ein Theil des Gewölbes mit dem letztern so fest verbunden bliebe, daß beide zusammen als ein einziges Stück anzusehen wären, welches der waagerechte Schub des obern Theils des Gewölbes um seine äußere untere Kante zu drehen strebte. Um gewiß zu

sein,

ſein, daß auch in dieſer Hinſicht Widerſtand genug vorhanden ſei, braucht nur der größte waagerechte Schub aus den vier Ausdrücken für $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{M}(\circ)$, $(\circ)\mathfrak{M}$ und $(\circ)\mathfrak{M}(\circ)$ aufgeſucht zu werden, der aus den beiden erſtern allgemein $\frac{ab}{ag}.M.$, aus den beiden letztern aber allgemein $\frac{1-\mu\,tg.x}{tg.x+\mu}.M.$ iſt. Schon für gleich dicke Kreisbogen würden $\frac{d\left(\frac{ab}{ag}.M\right)}{dx}$ und $\frac{d\left[\left(\frac{1-\mu\,tg.x}{tg.x+\mu}\right).M\right]}{dx}$ transcendente Functionen von x werden, und für Gewölbe von wachſenden Dicken, oder nach aus mehrern Kreisbogen zuſammengeſetzten Linien oder mit Hintermauerung wäre die Rechnung ganz unausführbar. Es müſſen daher nur die zu dem beibehaltenen Werthe von δ gehörigen Werthe der gedachten beiden Ausdrücke, welche doch einmal früher für verſchiedene x berechnet worden, zuſammengeſtellt, und daraus der größte genommen werden. Wird dem Produkte aus dieſem durch den Abſtand des unterſten Punktes des ſchiebenden Theils des Gewölbes, von der waagerechten Linie durch die Grundfläche des Widerlagers, dem Momente des Widerlagers und des damit zuſammenbleibenden Theils des Gewölbes in Bezug auf die äußere untere Kante des erſtern als Umdrehungsachſe gleichgeſetzt, ſo hat man eine Gleichung, worin nur die Stärke des Widerlagers unbekannt iſt, und alſo leicht entwickelt werden kann.

Die auf dieſe Weiſe gefundene Stärke des Widerlagers wird auch jedesmal ſo beſchaffen ſein, daß dabei nicht zu fürchten iſt, daß ein durch eine Lagerfuge, oder durch eine waagerechte Ebene, abgeſchnittenes Stück ſich leichter um ſeine äußere untere Kante drehen könnte, als das ganze Widerlager, da die Höhe des parallelepipediſchen Theils der widerſtehenden Maſſe, und der Abſtand der Richtung der Kraft von der Umdrehungsachſe der Laſt, welche durch Verringerung der Höhe des Widerlagers gleich viel abnehmen, faſt gemeinſchaftliche Factoren der beiden Seiten der Gleichung ſind, alſo deren gemeinſchaftliche Verringerung faſt nur dadurch auf den Werth der Stärke des Widerlagers Einfluß hat, daß der Abſtand des Loths durch den Schwerpunkt der umzudrehenden Maſſe näher nach der innern Wölbung zu rückt, wodurch die Gefahr des Umgeworfenwerdens mit der Höhe abnimmt, alſo die einzelnen Stücke ſogar ſicherer ſtehen, als das ganze Widerlager.

Drittes Kapitel.

Bestimmung der Stärke der Mittelpfeiler.

Sobald die beiden Bogen, welche einen gemeinschaftlichen Mittelpfeiler haben, vollkommen gleich sind und zugleich aufgeführt werden, so hebt der waagerechte Schub des einen den in entgegengesetzter Richtung wirkenden des andern nicht allein nach Beendigung des Baues, sondern auch zu jeder Zeit während desselben auf, und es wirkt auf den Mittelpfeiler nichts als das Gewicht der beiden halben Gewölbe, also nur ein Druck in senkrechter Richtung.

In diesem Falle braucht der Pfeiler nicht stärker zu sein, als die beiden untersten Gewölbsteine zusammengenommen, obgleich man in der Regel hier noch etwas zugiebt, wie dies in der Abhandlung von Perronet S. 455 ff. näher aus einander gesetzt ist.

Sind die beiden Bogen ungleich, werden aber zu gleicher Zeit aufgeführt, so kann der waagerechte Schub des kleinern von dem des größern abgezogen, und die Stärke des Mittelpfeilers so berechnet werden, als wäre er ein Stirnpfeiler, auf den ein dem gefundenen Unterschiede gleicher Schub allein wirkte.

Werden beide Bogen nicht zu gleicher Zeit aufgeführt, so muß die Stärke des Mittelpfeilers so berechnet werden, als wäre er ein Stirnpfeiler desjenigen Bogens, der zuerst aufgeführt werden soll: vorausgesetzt, daß diese Stärke auch für den Unterschied des Schubes hinreicht, widrigenfalls der daraus sich ergebende Werth zu nehmen ist.

Noch wäre allenfalls darauf Rücksicht zu nehmen, ob ein Mittelpfeiler starkem Eisgange ausgesetzt ist oder nicht, wo dann im erstern Falle der blos der Gewölbe wegen erforderlichen Stärke etwas zugegeben werden kann. Indessen wird dies selten nöthig sein, da bei Flüssen, auf welchen starke Eisgänge Statt finden, auch in der Regel die Oeffnungen eine beträchtliche Weite erhalten, so daß das Gewicht der Bogen schon hinreichend ist, die Mittelpfeiler vor dem Verschobenwerden zu sichern. Auch wird die Vermehrung der Länge der Mittelpfeiler immer wirksamer sein, als die Verstärkung derselben, da der Stoß des Eises in der Richtung jener geschieht.

Viertes Kapitel.

Bestimmung der Stärke des Holzverbandes in den Lehrbogen.

*) „Die hölzernen Lehrbogen, deren man sich zur Aufführung von Gewölben bedient, bestehen fast in allen Fällen aus mehreren Curven, d. h. aus mehreren Holzverbänden, deren jeder in einer lothrechten Ebene aufgestellt wird. Die Entfernung dieser Curven von einander hängt von ihrer Stärke und von der Last ab, welche sie zu tragen haben. Sie werden unter einander durch waagerecht liegende Zangen und gegen eine waagerechte Ebene geneigte Bänder verbunden, die so angebracht werden, daß sie nicht allein das Ausweichen des Lehrbogens zur Seite verhindern, sondern auch dessen Widerstand vermehren. Die obere Seite jeder solchen Curve ist mit der innern Wölbung gleichlaufend, und zwischen beiden bleibt ein der Größe des Gewölbes angemessener Zwischenraum, der $1\frac{1}{2}$ Fuß groß werden kann. Dieser Zwischenraum wird durch die von einem Brückenhaupte zum andern gehenden Schalhölzer ausgefüllt. Unter jede Schicht Wölbsteine kommt ein Schalholz zu liegen, zwischen welches und die Curven unterhalb und zwischen die Wölbsteine oberhalb Keile eingebracht werden, um die Wölbsteine, während man sie versetzt, beliebig höher oder tiefer legen, und die Schalhölzer bei Wegnahme der Lehrbogen bequem herausnehmen zu können."

„Gewöhnlich bringt man unter jede Stirnfläche des Gewölbes eine Curve, und stellt die dazwischen liegenden so, daß alle Zwischenräume derselben gleich werden. Diese Anordnung verursacht, daß die erwähnten äußern Curven fast um die Hälfte geringer belastet sind, als die übrigen. Dieser Unterschied wird gewöhnlich dadurch aufgehoben, daß die Wölbsteine in den Häuptern länger sind, als die dazwischen liegenden; indessen setzen sich die Curven unter den Häuptern öfter merklich weniger, als die zwischen denselben, so daß dann auf den erstern schwächere Keile genommen werden müssen, und mitunter andere Unannehmlichkeiten entstehen" **).

„Man hat gesehen, daß die zur Erbauung der Brücken bei Neuilli und Mantes gebrauchten Lehrbogen, ungeachtet des vielen dazu verbrauchten Holzes, nicht viel Festigkeit haben, und daß es sehr schwierig sein muß, auf dergleichen Lehrbogen Gewölbe aufzuführen, weil ihre Gestalt sehr leicht verändert werden kann. Jede Reihe Hängebänder in diesen

*) Die mit Gänsefüßen („) bezeichneten Sätze sind aus Gauthey's angef. Abhandl. über Brückenbau Theil II. Buch 3. Kap. 1. genommen.

**) Man vergleiche hiermit Seite 36. §. 198.

Lehrbogen kann als eine Menge von Hebeln angesehen werden, die an ihren Enden durch Gewinde verbunden und mit verschiedenen Gewichten beschwert sind. Es ist bekannt, daß das Gleichgewicht in einem solchen Systeme von Hebeln von denselben Bedingungen abhängt, als das im Seilvielecke, so daß, wenn die Längen der Hebel gegeben sind, ihre verschiedenen Neigungen von den Gewichten abhängen, welche sie tragen, und die erstern bestimmte Functionen der letztern sind. So lange der Lehrbogen noch nicht mit Wölbsteinen belastet ist, sind die Bedingungen des Gleichgewichts beinahe erfüllt; dies findet aber nicht mehr Statt, wenn man anfängt, die ersten Schichten zu versetzen, und der Lehrbogen würde einfallen, wenn nicht das Gleichgewicht durch vorläufige Belastung der obern Theile hergestellt würde. Aber durch Fortsetzung des Versetzens der Wölbsteine wird das Gleichgewicht von Neuem unterbrochen; der Lehrbogen drückt sich von Neuem, und dies könnte gefährlich werden, wenn die Belastung des Scheitels nicht vermehrt, oder der Schluß des Gewölbes nicht beschleunigt würde. So wird das Gleichgewicht abwechselnd mehrmals unterbrochen und wieder hergestellt, und der Lehrbogen ist, so lange die Aufführung des Gewölbes dauert, in einer fortwährenden Bewegung."

„Mehrere Baumeister haben geglaubt, daß diese Bewegung des Lehrbogens während des Versetzens der Wölbsteine, weit entfernt, der guten Ausführung großer Gewölbe zu schaden, gerade umgekehrt diese befördere; man hat einen Unterschied zwischen feststehenden und beweglichen Lehrbogen gemacht, und den letzteren häufig den Vorzug gegeben. Der einzige Grund, den dies haben kann, liegt in der Meinung, daß, da ein beweglicher Lehrbogen dem Gewölbe, wenn es sich setzt, nachgiebt, dies Setzen und das Schließen der Fugen vor Wegnahme des Lehrbogens und sogar vor Einbringung des Schlusses anfängt, so daß, wenn der Lehrbogen weggenommen wird, der Mörtel schon einen bedeutenden Grad von Festigkeit erlangt hat, und die Gestalt des Gewölbes sich nicht mehr merklich ändern kann. Aber es läßt sich leicht einsehen, daß bei einem Lehrbogen, der so eingerichtet ist, daß er während des Wölbens keine Bewegung annehmen kann, dieselben Vortheile zu erlangen möglich sind, da bei jeder Art der Holzverbindung die Stützpunkte nach und nach zerstört werden können, so daß der Widerstand des Lehrbogens unmerklich verringert wird, dabei aber in jedem Augenblicke noch groß genug bleibt, um den Theil von Festigkeit, der dem Gewölbe noch fehlt, zu ersetzen, und nicht eher Null wird, als bis die Fugen so stark, als es möglich ist, zusammengedrückt sind, das Gewölbe sich selbst hält und keiner Bewegung mehr fähig ist. Die einzige zu beobachtende Vorsicht ist, daß alles so langsam geschehe, daß die Masse des Gewölbes keine bemerkbare Geschwindigkeit annehmen könne,

Digitized by Google

und dies ist immer möglich. Hieraus aber sieht man, daß die beweglichen Lehrbogen keinen Vorzug vor den feststehenden verdienen *)."

„Was den Verband betrifft, der für diese letztern zu wählen ist, so darf jede Curve, wenn der Lehrbogen blos auf Vorsprüngen an den Pfeilern und Widerlagern ruhen soll, höchstens aus drei Stücken, nämlich aus zwei Bändern und einem Spannriegel bestehen, indem dann zur Erhaltung des Gleichgewichts nichts weiter nöthig ist, als daß auf beiden Seiten stets eine gleiche Anzahl Wölbsteine versetzt werde, bei mehr als drei Stücken aber diese Bedingung nicht mehr hinreicht. Da aber zu mehr als 60 Fuß weiten Bogen das gewöhnliche Holz nicht zugleich lang und stark genug gefunden werden würde, so könnten für solche die Bänder und Spannriegel aus zwei oder drei Stücken zusammengesetzt und verbolzt, und durch Hängesäulen und Bänder verstärkt werden (Taf. 1. Fig. 4.)."

„Man sieht, daß bei diesem Verbande das Holz nicht auf die vortheilhafteste Art angewandt wird, da ein großer Theil der Last, anstatt, wie in den Perronetschen Lehrbogen, fast ganz nach mit der Länge der Stücke gleichlaufenden Richtungen zerlegt zu werden, großentheils das Holz in auf dessen Länge senkrechten Richtungen drückt und zu biegen strebt. Es ist daher nicht zu bezweifeln, daß die Perronetschen Lehrbogen in dieser Hinsicht den Vorzug verdienen, und wenn anstatt der Bänder genau zusammengearbeitete und verbolzte Bogenstücke, wie zu Holzbogenbrücken, genommen würden, so hätte man einen Verband, in welchem der Widerstand des Holzes noch viel besser benutzt wäre. Man könnte deshalb an den Abmessungen der Hölzer etwas ersparen; allein eine solche Ersparung ist um so weniger zu beachten, als das Holz von den Lehrbogen nicht verloren geht, und ein großer Theil der Ausgabe im Tagelohne besteht, und immer fast gleich groß bleibt. Eine so unbedeutende Ersparung kann übrigens die Nachtheile nicht aufwiegen, die aus einem geringeren Grade von Festigkeit des Lehrbogens entstehen."

„Der Vortheil der hier vorgeschlagenen Lehrbogen mag aber sein welcher er wolle, so ist es noch viel sicherer, die Enden der einzelnen Stücke, aus denen die Curven zusammengesetzt werden, auf lothrecht eingerammte Pfähle zu legen, und dies muß bei Bogen von mehr als 60 bis 75 Fuß Oeffnung jedes Mal geschehen, wenn die Wassertiefe nicht zu beträchtlich ist, oder ein anderer Umstand es nicht durchaus unmöglich macht. Lehrbogen,

*) „Die Frage: ob feststehende oder bewegliche Lehrbogen vorzuziehen seien? ist bei Gelegenheit der Erbauung der Gewölbe der Brücke von Jena im Brücken- und Chausseen-Verwaltungs-Rathe untersucht, und zu Gunsten der erstern entschieden worden. Auch hat der Erfolg der Ausführung dieser Gewölbe die Richtigkeit dieser Entscheidung bestätigt."

die zwischen den Widerlagern noch Stützpunkte haben, scheinen während des Versetzens der Wölbsteine ihre Form nicht merklich ändern, und sich nicht einmal viel setzen zu können (vorausgesetzt, daß auch der auf die Stützpunkte waagerecht und gleichlaufend mit der Sehne des ganzen Bogens wirkende Schub durch Spannriegel oder Bänder aufgehoben werde). Sie haben daher vor gesprengten Lehrbogen den nicht zu bestreitenden Vorzug, mehr Sicherheit zu gewähren, und die Gestalt und Festigkeit des Gewölbes nicht der Gefahr, gestört zu werden, auszusetzen. Der einzige mit denselben verbundene Uebelstand ist der, daß sie die Schifffahrt behindern, wenn die Lehrbogen zu allen Gewölben zugleich aufgestellt werden müssen. Aber es ist leicht, in dem Lehrbogen eines Gewölbes eine Durchgangsöffnung für die Schiffe anzulegen, und wenn die Mittelpfeiler so stark sind, daß sie als Stirnpfeiler gebrauchr werden können, verschwindet dieser Uebelstand ganz."

„Bei Bestimmung der Stärke der Verbandstücke eines Lehrbogens kommt es zuerst darauf an, auszumitteln, welcher Druck auf die einzelnen Theile zu den verschiedenen, während des Versetzens der Wölbsteine vorkommenden Zeitpunkten wirkt, wobei es auf die Theorie der Gewölbe ankommt. Ist der auf den Lehrbogen, und daraus der auf jedes der einzelnen Stücke seines Holzverbandes wirkende Druck bekannt, so brauchen nur noch die Abmessungen der Hölzer nach diesem eingerichtet zu werden. Dieser letzte Theil der Aufgabe, welcher die Schätzung des Widerstandes des Holzes bedingt, ist viel schwerer, als der erste."

„Man weiß, daß in einem Gewölbe (Taf. 1. Fig. 5.) die ersten Schichten sich ohne den Lehrbogen erhalten, so daß der letztere zuerst von der von den erstern belastet wird, deren Lagerfläche so gegen eine waagerechte Ebene liegt, daß die trigonometrische Tangente des Neigungswinkels zwischen beiden für den Halbmesser = 1 dem Reibungscoefficienten gleich ist. Es scheint, als könne dieser Coefficient, wenn die Wölbsteine auf Keilen und trocken auf einander versetzt werden, = 0,8 gesetzt werden *), woraus hervorgeht, daß der Neigungswinkel der Lagerfuge des ersten Wölbsteines, welcher einen gewissen Druck auf den Lehrbogen ausübt, mit einer waagerechten Ebene etwa 42 Grad enthalten müsse **). Der Werth dieses Druckes, normal auf die obere Fläche des Lehrbogens, ist, wenn α den

*) „Man sehe Perronet's Abhandlung über Aufstellung und Wegnahme der Lehrbogen (Seite 444. Zeile 5 v. u. bis S. 445. Z. 2 v. o. und S. 488. Z. 5 u. 6 v. u.) und Hrn. Boistard's Versuche über die Reibung von auf einander gleitenden Steinen (Seite 540.)."

**) Nach Perronet a. d. a. O. 39° 52′ für den Reibungscoefficienten = 0,8 : 38° 39′, und für den Reibungscoefficienten = 0,76 : 37° 14′.

Neigungswinkel der untern Lagerfläche, m das Gewicht des Wölbsteins, f den Reibungscoefficienten bezeichnet,

$$m(\sin.\alpha - f\cos.\alpha).$$

Die Belaſtung des Lehrbogens wird gefunden, wenn man den Werth dieſes Ausdruckes für die verſchiedenen, nach und nach zu verſetzenden Schichten berechnet, bis man zu einem Wölbſteine M gekommen iſt, der ſo gegen eine waagerechte Ebene geneigt iſt, daß das Loth durch ſeinen Schwerpunkt die Kante R des unmittelbar nach unten zu folgenden Wölbſteins trifft. Dann tritt einer von beiden folgenden Fällen ein: entweder iſt der Winkel TRD, den die Oberfläche des Lehrbogens mit einer waagerechten DR macht, kleiner als 42 Grad ($37° 14'$), und dann belaſtet der Wölbſtein M nur den Lehrbogen, ohne auf die untern Schichten zu drücken; oder der gedachte Winkel iſt größer, und dann tragen die untern Schichten einen Theil des Gewichts des Wölbſteins M. Es iſt leicht, ſich davon zu überzeugen, daß der letztere von beiden angeführten Fällen faſt nie eintreten werde *), und nur der erſtere zu berückſichtigen ſei. Vom Wölbſteine M an drückt alſo das ganze Gewicht des Gewölbes auf den Lehrbogen. Die Lage des Wölbſteins M hängt übrigens von der Krümmung des Gewölbes und dem Verhältniſſe der Abmeſſungen der Wölbſteine ab."

„Aber wenn auch im erſten Augenblicke der Wölbſtein M und die aufwärts folgenden keinen Druck auf die untern Wölbſteine ausüben, ſo iſt dies nicht mehr der Fall, wenn der Lehrbogen ſich ſetzt. Da dies nicht geſchehen kann, ohne daß der Bogen AS gezwungen wird, ſich zu verkürzen, ſo widerſteht dieſer Bogen wie ein Stück Gewölbe dem auf ſein oberes Ende wirkenden Drucke. So lange dieſer Druck nicht groß genug iſt, behält jener Bogen ſeine Geſtalt und ſeine Lage, und nur die Wölbſteine oberhalb M weichen, indem ſie ſich etwas verwerfen. Aber ſobald oberhalb M ſo viel Wölbſteine eingebracht ſind, daß ſie ſtärker widerſtehen, als das Gewölbſtück AS, ſo muß dies letztere in zwei Theile zerbrechen, die ſich vom Lehrbogen entfernen (Taf. 1. Fig. 6.), und es bilden ſich zwei

*) „Um dies zu beweiſen, ſoll, mehrerer Einfachheit wegen, angenommen werden, daß die Stirnfläche des Wölbſteins M ein Rechteck ſei. Bedeutet UR die lothrechte Linie durch den Schwerpunkt, ſo ſind die Dreiecke URT und TRD ähnlich, und man hat $tang.\,TRD = \frac{RT}{TU}$. Iſt aber TRD der Reibungswinkel, ſo iſt die Tangente deſſelben $= 0{,}8$ ($= 0{,}76$); daher hätte man auch $\frac{RT}{TU} = 0{,}8$ ($= 0{,}76$), d. h. die Breite des Wölbſteins müßte $0{,}8$ ($0{,}76$) ſeiner Höhe betragen. Nun iſt aber die Breite eines Wölbſteins, zumal bei etwas großen Bogen, höchſtens der Hälfte oder dem dritten Theile ſeiner Höhe gleich, alſo der Winkel TRD kleiner als der Reibungswinkel."

Brechungspunkte an den äußern Enden AB und RS, und ein dritter in einer Fuge wie KL. Die Lage dieser letztern Fuge wird durch die Bedingung bestimmt, daß die Momente der beiden Stücke AL und LR in Bezug auf den Punkt B einander gleich sind *)."

„Es ist jetzt ersichtlich, daß der untere Theil AR des Lehrbogens ganz frei sei, hingegen der Theil RC außer dem Gewichte der Wölbsteine RX auch noch einen gewissen vom Schube des abhangenden Gewölbes AS herrührenden Druck erleiden werde. Wenn man das Gewicht des Theils KS kennt, so wird es leicht sein, den Werth dieses Druckes nach der auf die Fuge SR senkrechten Richtung SF, welche das Loth durch den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Wölbsteine RX in F schneidet, zu finden. Nimmt man dann an, daß der Druck nach SF und das Gewicht der Wölbsteine RX im Durchschnittspunkte ihrer Richtungen angebracht seien, so erhält man die aus beiden entstehende Mittelkraft, deren Richtung durch eine Linie, wie FH, angegeben werden, und welche die ganze Belastung des Lehrbogens ausdrücken wird. Einen eben so großen Druck übt die andere Hälfte des Gewölbes aus."

„Die Wirkungen, von denen so eben die Rede gewesen, zeigen sich auf gleiche Weise in einem Gewölbe nach einem vollen Kreise, nach einem gedrückten Bogen und nach einem Kreisbogen: der letztere müßte denn eine so geringe Höhe haben, daß schon der erste Wölbstein vom Anfange des Bogens an mit seinem ganzen Gewichte auf den Lehrbogen drückt; dann ist die Belastung des Lehrbogens dem Gewichte der Wölbsteine gleich und einfacher zu berechnen."

„Nach dem hiervor Gesagten kann man für jedes Gewölbe ausmitteln, wie groß die Belastung des Lehrbogens zu jeder Zeit während des Baues ist, und der erste Theil der Aufgabe wäre durch Betrachtungen aufgelöst, welche mit bekannten Beobachtungen und Erfahrungen vollkommen übereinstimmen, und eine nöthige Ergänzung der im vierten Kapitel

*) „Bei Aufführung eines Gewölbes sieht man, daß im Augenblicke, wo dieser Bruch Statt findet, und der Bogen AS sich vom Lehrbogen entfernt, die ersten Fugen sich in der äußern Wölbung in der Gegend des Punktes L öffnen, und diese Wirkung nimmt zugleich mit dem Setzen des Lehrbogens zu, bis der Schluß eingebracht wird. Dann erfolgen Wirkungen anderer Art, weil das Gleichgewicht sich im ganzen Gewölbe, und nicht mehr im Stücke AS herzustellen strebt, indem sich die Wölbsteine im obern Theile allein und ohne den Lehrbogen erhalten können. Dann ist der Brechungspunkt nicht mehr in KL; er kommt höher zu liegen, und aus diesem Grunde schließen sich dann die Fugen, die sich früher in der äußern Wölbung geöffnet hatten, während sich andere, weiter von den Anfangspunkten des Gewölbes entfernte, öffnen. (Man sehe Abth. III. Abschn. 1. Kap. 1.)"

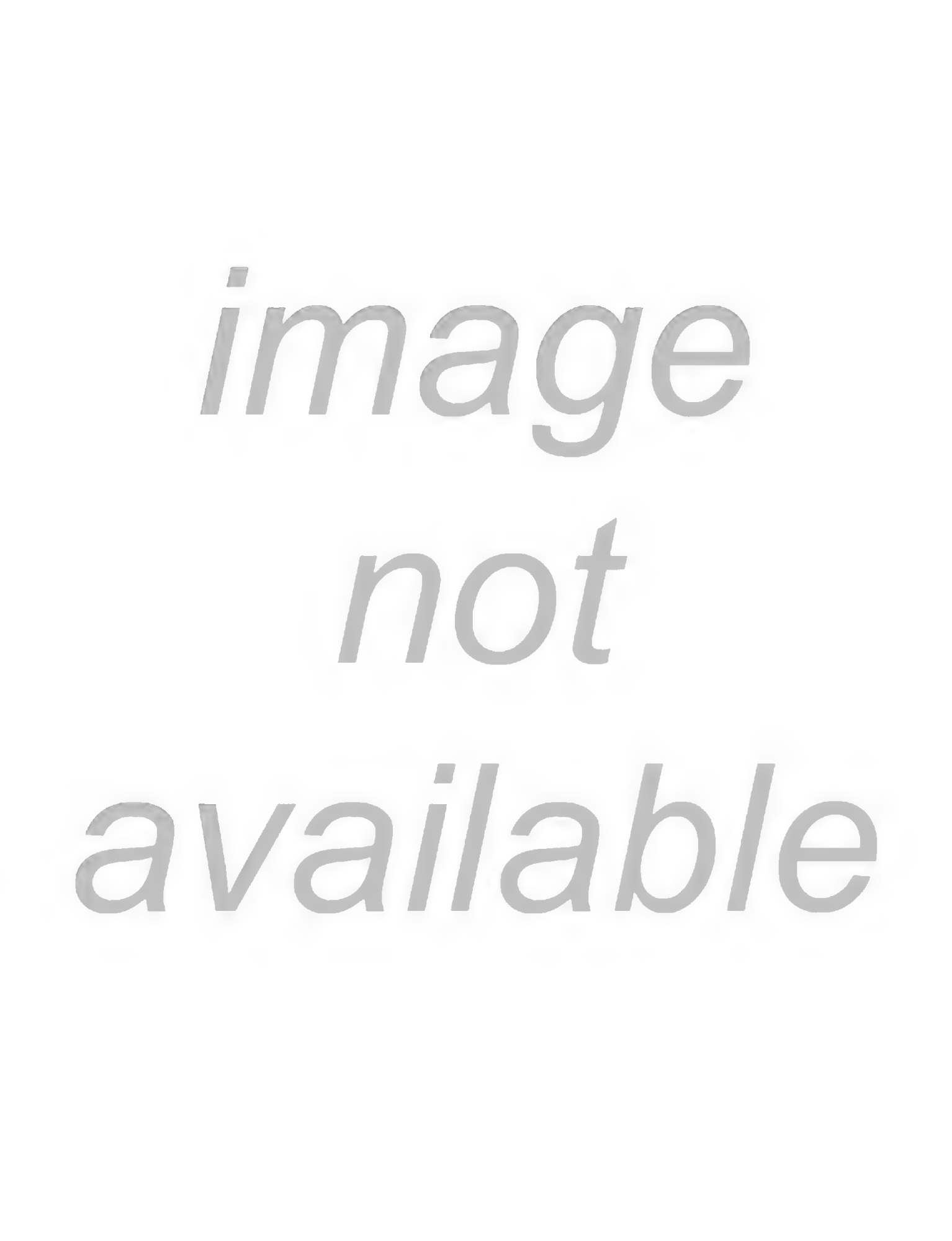


image
not
available

Es ist zu bemerken, daß jede dieser Hängesäulen auf einen Punkt trifft, in dem zwei Bänder je einer der untern Reihen zusammenstoßen. Nun muß z. B. der in der Richtung der Hängesäule ab wirkende Druck das Stück cd ein wenig biegen, und zwar

ein Cubikmeter solches Mauerwerk 2598,1436 Kilogramme. Der ganze auf die beiden Hängesäulen ab und gh fallende Theil des Gewichts des Gewölbes ist von Gauthey auf 18789 + 14696 = 33485 Kilogramme angenommen, wonach der körperliche Inhalt dieses Stückes 12,8882 Cubikmeter ist, und da 2,05 Meter Länge des Gewölbes auf jede Curve fallen, seine Stirnfläche 6,2868 Quadratmeter enthält. Da das Gewölbe ein Prisma ist, so müssen sich auch die Stirnflächen der als auf die Hängesäulen ab und gh drückend angenommenen Gewölbstücke wie deren Gewichte verhalten, und der eben gefundene Inhalt der Summe der Stirnflächen beider muß in zwei Theile zerlegt werden, welche zu einander = 18789 : 14696, also = 3,52765 und = 2,75918 sind. Nach der aus Gauthey's angef. Werke genommenen Zeichnung (Taf. I. Fig. 7.) liegen die Durchschnittspunkte der Mittellinien der Hängesäulen mit der innern Wölbung 2,32 Meter von einander entfernt, so daß bei dem aus der Weite und Höhe des Bogens = 34,998 Meter gefundenen Halbmesser die 5 vom Mittelpunkte durch die Mitten der Hängesäulen gezogenen Linien 4 Winkel, jeden von 3° 53′ 46″, mit einander machen, und zwischen jeder äußersten solchen Linie und dem Halbmesser durch den nächsten Anfangspunkt des Gewölbes ein Winkel von 5° 37′ 22″ bleibt, dessen Bogen für den angegebenen Halbmesser 3,43 Meter lang ist. Halbirt man die gedachten Winkel, so erhält man auf jeder Seite des Scheitels drei Linien, von denen die dem letztern zunächst liegende mit diesem am Mittelpunkte einen Winkel von 1° 56′ 53″, und mit der folgenden einen solchen von 3° 53′ 46″ macht, während diese und die dritte einen Winkel von 4° 45′ 34″ einschließen; für den Halbmesser der innern Wölbung aber ist der Bogen von 3° 53′ 46″ = 2,37986 M. und der von 4° 45′ 34″ = 2,90721. Ueber dem erstern steht die 2,75918 Quadratmeter große Stirnfläche des auf gh drückenden Gewölbtheils, und über der letztern die 3,52765 Qu. M. große des auf ab drückenden. Sieht man, wie bei der geringen Größe der Centriwinkel sehr gut angeht, diese Stirnflächen als Trapeze an, deren gleichlaufende Seiten die verlängerten Halbmesser, und deren Höhen die zwischen denselben liegenden Theile der innern Wölbung sind, so findet sich die mittlere Proportionallinie zwischen den Verlängerungen der Halbmesser durch Division der Fläche mit der Länge des zugehörigen Bogens, also für $gh = \frac{2,75918}{2,37986} = 1,15938$ M., und für $ab = \frac{3,52765}{2,90721} = 1,21341$ M. Angenommen, daß die Bogenstärke stetig zunehme, oder daß die äußere Wölbungslinie eine Spirale sei, so werden sich die Höhen der drei, die beiden fraglichen Gewölbtheile begränzenden Lagerflächen, aus folgenden 3 Gleichungen finden, in denen t, u und v diese Höhen in derselben Ordnung vom Scheitel an bezeichnen:

$$\frac{t+u}{2} = 1,15938$$

$$\frac{u+v}{2} = 1,21341$$

$$2,90721 : 2,37986 = v-u : u-t;$$

nämlich $t = 1,13506$ M.; $u = 1,18370$ M.; $v = 1,24312$ M.

Dies paßt sehr gut zu der von Gauthey angegebenen Stärke des Gewölbes im Schlusse = 0,975 M., indem der Umstand, daß die gefundene durchschnittsmäßige Zunahme der Gewölbdicke vom Scheitel bis zur ersten Theilfuge größer, als von dieser bis zu dem folgenden, ist, sich sehr gut daraus er-

leichter, als er den Winkel, den die beiden Stücke be und bf mit einander machen, vergrößern kann. Es ist nicht möglich, genau zu bestimmen, welcher Theil der Belastung der Hängesäule von cd, und welcher von be und bf getragen wird, weil dies zum Theil vom

klären läßt, daß die äußere Wölbung nicht eine stetige krumme Linie ist, sondern Stufen bildet, von denen die erste höchst wahrscheinlich bis in den auf gk fallenden Gewölbtheil reicht, und es läßt sich daher die am Schlusse des ersten Absatzes dieser Anmerkung gemachte Behauptung um so mehr als richtig ansehen, als andere Arten von Vertheilung des Druckes sich mit den von Gauthey gefundenen Ergebnissen nicht in Uebereinstimmung bringen lassen.

Uebrigens ist noch anzuführen, daß hierbei das Gewicht des Gewölbstückes zwischen den beiden dem Scheitel zunächst liegenden Theilungsfugen auf die Hängesäule unter denselben kommt.

Eine andere Art, den Druck des Gewölbes auf die einzelnen Hängesäulen zu vertheilen, die schon etwas mehr Genauigkeit gewähren, aber auch freilich weitläufiger sein würde, wäre die, das Gewölbe durch normale Schnitte durch die Punkte, wo die Mittellinien der Hängesäulen die innere Wölbungslinie treffen, in einzelne Stücke zu theilen, den körperlichen Inhalt und mit Zuhülfenahme der eigenthümlichen Schwere, das Gewicht jedes solchen Stückes, und dann die Lage des Schwerpunktes desselben aufzusuchen, hierauf aber, nach den Gesetzen des Hebels, das in jedem Schwerpunkte vereinigt gedachte Gewicht auf die beiden nächsten Hängesäulen zu vertheilen.

Bei Gewölben, deren Dicke nicht bedeutend nach dem Anfange zu zunimmt, geben beide vorbeschriebene Verfahrungsarten nur wenig verschiedene Werthe; bei stark zunehmender Gewölbdicke ist aber die letztere sehr vorzuziehen.

Beide Verfahrungsarten haben jedoch den Nachtheil, daß dabei angenommen wird, daß die Bänder oder Bogenstücke, auf welche die Last der Wölbsteine vermittelst der Schalhölzer zunächst wirkt, auf jeder Hängesäule gestoßen seien, was sehr häufig nicht der Fall sein wird. Am gewöhnlichsten wird ein solches Stück über drei Hängesäulen oder zwei Zwischenweiten reichen, und dann kann auf folgende Weise der Druck, den jede einzelne Hängesäule leidet, gefunden werden.

Zuerst berechne man wieder den körperlichen Inhalt des auf jedes oberste Band oder Bogenstück fallenden Theils des Gewölbes, wobei jeder solche Theil als ein Prisma angesehen werden kann, dessen Grundfläche die Stirnfläche des Gewölbes zwischen den Lagerflächen durch die Endpunkte des in Rede stehenden Bogenstückes, und dessen Höhe die waagerechte Entfernung der lothrechten Ebenen durch die Mittellinien zweier einander zunächst liegenden Curven nach deren Länge oder der Weite des Gewölbes ist; woraus, und aus der eigenthümlichen Schwere des Mauerwerks, sich dann sehr leicht das Gewicht jenes Theils findet. Dies Gewicht dividire man durch die Länge des davon belasteten Bogenstückes, so erhält man das Gewicht, welches auf jede Einheit des Längenmaaßes kommt, genau, wenn der Bogen gleich stark ist, im Durchschnitte, wenn dies nicht Statt findet, wozu man noch das Gewicht eines Stückes des Bandes von der Größe der Einheit des Längenmaaßes rechnet. Nun bezeichne

G das auf die angegebene Art gefundene Gewicht,
e die Länge des belasteten Bogenstückes,
c die Entfernung der Mittellinien der ersten und zweiten Hängesäule,
Q den auf die erste,
Q' den auf die zweite,
Q'' den auf die dritte Hängesäule wirkenden Druck;

Setzen des Lehrbogens und der Genauigkeit der Zimmerarbeit abhängt. Aber es ist augenscheinlich, daß die Last fast ganz auf die beiden letztern Stücke fallen werde, und bei der einmal Statt findenden Unmöglichkeit, die Art der Vertheilung des Gewichts genau zu be-

---

so ist nach Tetelwein's Handbuch der Statik, 2ter Band §§. 345 und 349:

$$Q = \frac{e^2 + 3ce - c^2}{8c} . G$$

$$Q' = \frac{e(e^2 + ce - c^2)}{8c(e-c)} . G$$

$$Q'' = \frac{3e^2 - 5ce + c^2}{8(e-c)} . G.$$

Es läßt sich hiergegen zwar einwenden, daß auch hierdurch die Werthe von Q, Q' und Q'' nicht ganz genau gefunden werden, sobald die Gewölbdicke veränderlich ist; allein auf der einen Seite ist die Verschiedenheit der Gewölbdicke fast nie so bedeutend, daß daraus ein großer Fehler entstehen könnte, und andertheils würde die Berücksichtigung derselben so weitläufige Rechnungen erfordern, daß solche fast gar nicht auszuführen wären.

Um die hier gegebenen Ausdrücke für den von Gauthey angeführten Fall mit den von diesem angegebenen Werthen der Belastung der Hängesäulen ab und gh näherungsweise vergleichen zu können, dient Folgendes:

Für die Säule ab ist

$e = 5{,}81$, $c = 2{,}38$; $G = \frac{55485}{5{,}2907} = 6333$ ohngefähr, (da nur für einen Bogen von der Länge des Nenners die Belastung so groß als der Zähler bekannt ist,) also die darauf fallende Last

$$Q' = \frac{5{,}81(5{,}81^2 + 2{,}38 \cdot 5{,}81 - 2{,}38^2)}{8 \cdot 2{,}38 \cdot 5{,}43} . 6333$$

$$= 23617{,}9 \text{ Kilogr.}$$

als der ganze auf ab wirkende Druck.

Auf gh wirkt zuvörderst:

$$Q = \frac{2{,}38^2 + 3 \cdot 2{,}38 \cdot 5{,}81 - 5{,}81^2}{8 \cdot 2{,}38} . 6333$$

$$= 4454{,}29 \text{ Kilogr.}$$

außerdem aber noch Q'' von dem Gewölbtheile zwischen dem Bande gh und dem ihm gleich liegenden auf der andern Seite des Scheitels.

Für diesen Fall ist

$e = 4{,}76$; $c = 2{,}38$; $G = 6333$

$$Q'' = \frac{3 \cdot 4{,}76^2 - 6 \cdot 4{,}76 \cdot 2{,}38 + 2{,}38^2}{8 \cdot 2{,}38} . G$$

$$= 5652{,}20 \text{ Kilogr.}$$

woraus sich der gesammte Druck auf gh =

$$4454{,}29 + 5652{,}20 = 10106{,}49 \text{ Kilogr.}$$

ergiebt.

Die Summe des Drucks auf beide Hängesäulen findet sich also bei beiden Verfahrungsarten beinahe gleich. Nur ist die Belastung der Zange gh nach der ersten zu groß gefunden, wenn die oberen Bänder über ab in einem Stücke durchgehen.

Digitized by Google

ſtimmen, die natürlichſte und der Wahrheit am nächſten kommende Annahme, daß ſie nur von b getragen werde, auf das Stück cd aber nur der Druck in der Richtung ſeiner Länge wirke. Es iſt übrigens jederzeit möglich, die Lage der Sache dieſer Vorausſetzung anzupaſſen, wenn man in der Hängeſäule da, wo das Stück cd durch dieſelbe geht, etwas Spielraum läßt. Nennt man P die Belaſtung von ab, p die zugehörige Seitenkraft nach be, p' die nach bf, α den Winkel ebf, β und γ die Winkel, welche die Stücke be und bf mit einer lothrechten Linie machen; ſo hat man

$$p = P \cdot \frac{\sin. \gamma}{\sin. \alpha}, \quad p' = P \cdot \frac{\sin. \beta}{\sin. \alpha}.$$

Setzt man in dieſen Gleichungen $P = 18789$ Kilogramme, und für die Winkel die ihnen nach Hrn. Boistard's Zeichnung vom Lehrbogen zukommenden Werthe, nämlich $\alpha = 191{,}09°$, $\beta = 75{,}37°$, $\gamma = 115°$; ſo findet man $p = 128730$ Kilogramme, $p' = 124730$ Kilogr."

„Sucht man auf dieſelbe Weiſe, welcher Theil der Belaſtung von gh von den Stücken cd und di getragen wird, ſo findet man den Druck nach $di = 41494$ Kilogr., und den nach $cd = 44020$ Kilogr." *).

Iſt nun ſo der auf jedes einzelne Verbandſtück wirkende Druck, und jedes letztern Richtung gefunden, ſo bleibt noch die erforderliche Stärke jedes der erſtern zu beſtimmen, wozu wieder die Kenntniß ſowohl der relativen als der rückwirkenden Feſtigkeit des Holzes gehört.

Für beide hat Gauthey neue Formeln gegeben und auf den vorigen Fall angewandt. Dies ſoll aber hier darum nicht geſchehen, weil dieſe Formeln auf der Vorausſetzung beruhen, daß das Holz auf zwei verſchiedene Arten einer gewiſſen Kraft, die es zu biegen ſtrebt, widerſtehe: nämlich einmal mit der Federkraft, die als eine rechtwinklicht auf die Tangente der gebogenen Ruthe wirkende Kraft angeſehen wird; und dann mit der, mit

---

Iſt auf eine bedeutende Verſtärkung des Bogens, nach ſeinen Anfängen zu, zu rechnen, ſo wird ſich ein der Wahrheit ziemlich nahe kommender Werth für die Belaſtung jeder Hängeſäule finden laſſen, wenn man erſt den Bogen überall ſo dick als im Scheitel rechnet, dann die Verſtärkung nach Schnitten durch die Halbirungspunkte der innern Wölbungslinie zwiſchen je zwei einander zunächſt liegende Säulen vertheilt, und die zwei ſo gefundenen Theile der Belaſtung jeder Hängeſäule addirt.

*) Dieſe Seitenkräfte werden richtiger bei Anwendung der am Schluſſe der vorigen Anmerkung gefundenen Werthe der Belaſtungen der Säulen berechnet, wo dann 23617,9 anſtatt 18789, und 1010⁴,49 ſtatt 4696 Kilogr. geſetzt werden müſſen. Dann findet ſich $p = 161814$, $p' = 156786$, der Druck nach $di = 38535{,}5$, der Druck nach $cd = 30272{,}7$ Kilogr.

welcher die Fasern dem Zerreißen und dem Zusammendrücken widerstehen, während doch die Federkraft keine andere als die letztere ist, und eine außer dieser wirkende in dieser Beziehung nicht gedacht werden kann, auch die Unrichtigkeit der Gauthey'schen Voraussetzung zur Gnüge daraus hervorgeht, daß die von ihm mitgetheilten Formeln, auf die Holzstücke angewandt, mit denen die in Eytelwein's Handb. d. Statik Theil II. S. 376—387 beschriebenen S. 400 zusammengestellten Versuche gemacht worden, Ergebnisse liefern, die von den durch die Beobachtungen gefundenen sehr bedeutend abweichen. Da dagegen die aus Eytelwein's Handb. d. Statik Theil II. §. 494 angeführten Formeln, auf die zu den von Gauthey Theil II. S. 45 u. 47 beschriebenen Erfahrungen von Buffon und Aubry gebrauchten Holzstücke angewandt, Werthe geben, die den beobachteten sehr nahe kommen; so sollen diese letztern Formeln hier zu den Rechnungen der fraglichen Art gebraucht werden.

Zum Beweise des im vorstehenden Absatze Behaupteten mag Folgendes dienen.

Bezeichnet:

l die Länge zwischen den Unterstützungspunkten,

b die Breite,

h die Höhe eines an beiden Enden auf festen in einerlei waagerechten Ebene liegenden Punkten ruhenden Balkens, in Preuß. zwölftheiligen Zollen,

U die in der Mitte zwischen beiden Unterstützungspunkten auf denselben gelegte Belastung in Pfunden des bis 1816 gebrauchten Berliner Handelsgewichts, deren ein Cubikfuß destillirtes Wasser bei 14° Reaumur 65,93684 enthält,

c die Tiefe in Preuß. zwölftheiligen Zollen, um welche sich die Mitte des Balkens im Augenblicke des Auflegens der Belastung senkt,

e^2 die absolute Elasticität (eine durch Versuche ausgemittelte oder auszumittelnde beständige Größe);

so ist nach der Eytelwein'schen Formel a. a. O.

$$e^2 = \frac{l^3 U}{48 b h^3 c} \text{ oder } 48 e^2 = \frac{l^3 U}{b h^3 c}.$$

Nachstehende Tafel enthält die Abmessungen der zu den von Gauthey benutzten Versuchen gebrauchten Holzstücke in Metern; die Gewichte, mit denen sie beschwert worden, in Kilogrammen; die beobachteten Senkungen der Mitten im Augenblicke des Auflegens der Belastung in Metern, und die daraus erfolgenden Werthe von $48 e^2$, letztere jedoch gleich mit $\frac{2,134308253}{12^3 . 3,186199497^3}$ multiplicirt, um sie unmittelbar für Preuß. Zolle und Berliner Pfunde gebrauchen zu können, da der Zähler dieses Bruches angiebt, wie viel Berl. Pfund = 1 Ki-

logr., und der zweite Factor im Nenner, wie viel Preuß. Fuß = 1 Meter, ohne jedes einzelne Maaß und Gewicht verwandeln zu müssen.

	Nr. des Verſuchs	Länge	Breite	Höhe	Senkung	aufgelegtes Gewicht	$\frac{l^3 U}{b\,h^3\,c} = 48\,e^2$
Büffon	6	8,338	0,135	0,135	0,108	333	7856331
	7	4,169	0,135	0,135	0,032	1022	10172094
	8	2,048	0,135	0,135	0,011	3449	12474048
	9	7,146	0,135	0,135	0,068	321	7571790
	10	3,573	0,135	0,135	0,014	526	7533043
	2	3,573	0,217	0,217	0,054	7932	4411620
Aubry	1	3,898	0,081	0,081	0,027	122	9076750
	2	1,624	0,027	0,054	0,007	74	7786641
						Summa	66882317
						Dividirt durch 8 =	8360289

Die Zahlen der letzten Spalte weichen hier unter einander und von der Durchschnittszahl nicht bedeutender ab, als sich bei Verſuchen dieſer Art erwarten läßt. Der Unterſchied zwiſchen dem hier gefundenen durchſchnittsmäßigen Werthe von $48\,e^2 = 8360289$ und dem von Eytelwein gefundenen = 9502509 rechtfertigt ſich vollkommen dadurch, daß die Büffon'ſchen Verſuche mit grünem Holze, die Aubry'ſchen und die Eytelwein'ſchen aber mit ausgetrocknetem Holze angeſtellt ſind, weshalb der erſtere von den beiden vorſtehenden Werthen für grünes, der andere für trockenes Holz genommen werden kann.

Bedeutet ferner

w die Ordinate in Preuß. Zollen, bei welcher der Bruch erfolgt iſt,

ſo ſind die Quotienten $\frac{l^2}{h\,w}$ und $\frac{h\,w}{l^2}$ nach Eytelwein a. a. O. beſtändige Größen.

Nachſtehende Tafel enthält dieſe Werthe aus denjenigen von den Verſuchen der vorigen, bei welchen w gemeſſen worden.

	Nr. des Verſ.	Länge	Höhe	Senkung beim Bruch	$\frac{l^2}{h\,w}$	$\frac{h\,w}{l^2}$
Büffon	6	8,338	0,135	0,542	950,14	0,0010524
	10	3,573	0,135	0,138	685,25	0,0014593
	2	3,573	0,217	0,095	619,27	0,0016147
Aubry	1	3,898	0,081	0,312	601,23	0,0016632
	2	1,624	0,068	0,054	718,24	0,0013922
				Summa	3574,13	0,0071818
				Hiervon $\frac{1}{5}$ =	714,82	0,0014363

Die Zahlen in den beiden letzten Spalten weichen auch hier nicht zu bedeutend unter einander ab; dagegen iſt der durchſchnittsmäßige Werth von $\frac{l^2}{h\,w}$ bedeutend größer als der

Eytelwein'sche, was vielleicht darin seinen Grund hat, daß die Werthe von w sich sehr schwer genau angeben lassen.

Nach der Gauthey'schen Formel Theil II. S. 41:

$$f = \frac{P}{(39568283 + 40386400 . bc)} \cdot \frac{c^3}{ab^3}$$

wo:

f die Senkung des Balkens im ersten Augenblicke nach aufgelegtem Gewichte,

a die Breite,

b die Höhe,

c die Länge desselben in Metern,

P das in der Mitte aufgelegte Gewicht in Kilogrammen

bedeutet, ergeben sich die Werthe von c in Preuß. Zollen für die zu den in Eytelwein's Statik Theil II. S. 400 beschriebenen Versuchen mit Sommer-Eichen gebrauchten Holzstücke und Gewichte, wie in nachfolgender Tafel angegeben, worin sie zugleich mit den beobachteten verglichen sind.

Nr. der Vers.	Werthe von c		Unterschiede	
	nach der Rechnung	nach den Beobachtungen	absolute	relative *)
14	0,33025	0,60	0,26975	0,449
15	0,69003	1,52	0,82997	0,546
16	1,06344	1,66	0,59656	0,359
17	1,00446	1,78	0,77554	0,435
18	1,09517	1,59	0,49483	0,311
19	1,01506	1,31	0,29494	0,225
20	1,07081	1,12	0,04919	0,043
21	1,37066	2,71	1,33934	0,494
			Summa	2,862
			Hiervon $\frac{1}{8}$	0,357

Dagegen ergeben sich nach der ersten der hiervor mitgetheilten Eytelwein'schen Formeln, nach welcher

$$c = \frac{l^3 U}{bh^3 . 48 e^2}$$

wenn $48 e^2 = 8360289$ gesetzt wird, die Werthe von f, in Metern, für die zu den von Gauthey a. a. O. mitgetheilten Versuchen gebrauchten Holzstücke und Gewichte, wie in der

*) Relative Unterschiede sind die Quotienten der absoluten Unterschiede der für einzelne Größen mittelst Rechnung und mittelst Beobachtung gefundenen Werthe durch die letztern.

der folgenden Tafel angegeben, worin ſie ebenfalls zugleich mit den beobachteten verglichen ſind.

	Nr. der Verſ.	Werthe von f		Unterſchiede			
				absolute		relative	
		nach der Rechnung	nach den Beobachtungen	bejahete	verneinte	bejahete	verneinte
Büffon	6	0,101489	0,108	0,006511	=	0,060	=
	7	0,038934	0,032	=	0,006934	=	0,216
	8	0,016412	0,011	=	0,005412	=	0,492
	9	0,061586	0,068	0,006414	=	0,094	=
	10	0,012614	0,014	0,001386	=	0,099	=
	=	0,028495	0,054	0,025505	=	0,472	=
Aubry	1	0,029313	0,027	=	0,002313	=	0,085
	2	0,006519	0,007	0,000481	=	0,068	=
			Summen	0,040297	0,014659	0,793	0,793
			Mittlere relat. Unterſch.			0,158	0,264

Wollte man aber alle relative Unterſchiede, ohne Rückſicht darauf, ob ſie bejahet oder verneint ſind, zuſammenrechnen, und daraus durch Diviſion mit der Zahl der Beobachtungen den mittlern relativen Unterſchied finden, ſo wäre derſelbe $= \frac{1,586}{8} = 0,198$.

Aus der Vergleichung der beiden zunächſt vorſtehenden Tafeln geht aber hervor:

1) daß der größte relative Unterſchied in der zweiten kleiner iſt, als der in der erſten;

2) daß daſſelbe in Betreff der mittlern relativen Unterſchiede noch viel ſtärker Statt findet;

3) daß die erſte der gedachten Tafeln lauter bejahete Unterſchiede enthält, in der zweiten aber ſowohl bejahete als verneinte vorkommen;

woraus unwiderſprechlich hervorgeht, daß die Rechnungen der zweiten Tafel der Wahrheit ſehr viel näher kommen, als die der erſten.

Dies fällt noch viel ſtärker in die Augen, wenn man bedenkt, daß es der Clauthey'ſchen Formel ſogar noch zum Vortheil gereicht, daß in beiden Tafeln auf friſches Holz gerechnet iſt, indem, wenn man zu den Büffon'ſchen Verſuchen trocknes Holz genommen hätte, der eingeklammerte Factor des Nenners in dem Ausdrucke für f größer geworden wäre, und zwar ziemlich nahe in dem Verhältniſſe $8360289 : 9502509$, beinahe $= 1 : \frac{8}{9}$, wodurch die Werthe von f nur $\frac{7}{8}$ von den durch die jetzige Rechnung erhaltenen haben, die Unterſchiede alſo noch größer geworden ſein würden.

Aus den hiervor angeführten Gründen muß dann für die relative Festigkeit eines Balkens die Formel aus Eytelwein's Statik Theil II. §. 495:

$$P = 4N\frac{bh^2}{l}$$

angenommen werden, wo b, h und l die vorhin angeführten Bedeutungen haben, $N = \frac{12\varepsilon^2 h\omega}{l^2}$ einen beständigen Coefficienten, dessen Werth für die verschiedenen Holzarten aus der a. a. O. über der vorstehenden Formel befindlichen Tafel genommen werden kann; P aber die geringste Zahl der Berliner Pfunde bedeutet, welche im Stande sind, den fraglichen Balken im Augenblicke des Auflegens zu zerbrechen.

Es kommt aber weniger darauf an, auszumitteln, bei welchem Gewichte ein Balken von gegebenen Abmessungen und Materie im ersten Augenblicke der Belastung zerbrechen werde, sondern darauf, welches Gewicht das höchste sei, mit welchem derselbe belastet werden dürfe, ohne seinen Bruch fürchten zu müssen.

Hierzu mag die von Gauthey Theil II. S. 41 angeführte, von Büffon gemachte Erfahrung dienen:

„daß zwei Stücke (Eichenholz), jedes von 5,85 Meter Länge, 0,19 Meter Breite und Höhe nach etwa 6 Monaten bei 2937 Kilogrammen Belastung gebrochen sind; aber zwei andere, jenen gleiche, mit 2203 Kilogrammen belastete, nicht gebrochen sind, aber sich beträchtlich gebogen haben."

Nach der Eytelwein'schen Formel wäre ein solches Stück zerbrochen im ersten Augenblicke der Belastung mit

$$\frac{4.4006.0{,}19^2.12^2.5{,}18619947^2}{5{,}56.2{,}134308253} = 14644{,}9 \text{ Kilogr.},$$

und der höchste Grad der Belastung ohne Bruch wäre daher

$$\frac{2203}{14644{,}9} = \text{beinahe } \tfrac{1}{7} P.$$

Ein Siebentel des Gewichts, bei welchem im ersten Augenblicke der Belastung der Bruch erfolgt.

Nach Eytelwein's Statik Theil II. §. 496 soll für die Belastung eines Balkens nur $\frac{1}{3\frac{1}{2}} P$ genommen werden. Dies scheint den höchsten nöthigen Grad von Sicherheit zu gewähren, und man wird daher die Belastung eines Balkens in der Mitte nicht unter $\frac{1}{3\frac{1}{2}} P$ anzunehmen brauchen, aber auch nicht über $\frac{1}{2}.\frac{1}{7} P = \frac{1}{14} P$ annehmen dürfen.

Die rückwirkende Festigkeit ist nach der Formel in Eytelwein's Statik Theil II. §. 500:

$$Q = \pi^2 e^2 \cdot \frac{bh^3}{a^2}$$

zu bestimmen, wo

a die Länge,

b die Breite,

h die Höhe des in der Richtung der Länge beschwerten Holzes in Preuß. Zollen,

Q die kleinste Zahl der Berliner Pfunde, welche das Holz zu biegen im Stande ist,

π den Exponenten des Verhältnisses des Durchmessers zum Umkreise $= 3{,}141592\ldots$,

e^2 die absolute Elasticität wie vorher

bezeichnen.

Da aber das solchergestalt berechnete Q auch zugleich den Bruch des Körpers bewirken kann, so wird ein Stück Holz mit Sicherheit auch nur mit einem Gewichte, welches zwischen $\frac{1}{12}Q$ und $\frac{1}{32}Q$ fällt, beschwert werden dürfen.

Wird diese Verfahrungsart auf die Bestimmung der Stärken der Bänder be, bf, cd und di der Lehrbogen der Brücke bei Nemours angewandt, wo $be = 3{,}41$; $bf = 4{,}28$; $cd = 5{,}85$; $di = 4{,}28$ Meter, und $b = h$, 1 Kilogr. $= mi$ Berliner Pfund, 1 Meter $= n$ Preuß. Fuß gesetzt, so ist

für be, $h = \sqrt[4]{\frac{14 \cdot 161814 \cdot m \cdot 3{,}41^2}{1953875 \cdot 12^2 \cdot n^2}} = 0{,}374565$ Meter

für bf, $h = \sqrt[4]{\frac{14 \cdot 156786 \cdot m \cdot 4{,}28^2}{1953875 \cdot 12^2 \cdot n^2}} = 0{,}416336$ "

für cd, $h = \sqrt[4]{\frac{14 \cdot 28555{,}5 \cdot m \cdot 5{,}85^2}{1953875 \cdot 12^2 \cdot n^2}} = 0{,}317921$ "

für di, $h = \sqrt[4]{\frac{14 \cdot 50272{,}7 \cdot m \cdot 4{,}28^2}{1953875 \cdot 12^2 \cdot n^2}} = 0{,}275981$ "

Die hier gefundenen Stärken der 4 Bänder wären dann die geringsten, die man ihnen geben dürfte, wenn sie den darauf wirkenden Belastungen mit Sicherheit sollen widerstehen können. Wollte man die Stärken für den wegen Vermehrung der Kosten durch die der Holzstärken als höchsten anzusehenden Grad von Sicherheit haben, so brauchte man in den vorstehenden Ausdrücken im Zähler nur 32 anstatt des Factors 14 zu setzen, und dann würden sich die gefundenen Werthe zu den höhern verhalten $= \sqrt[4]{14} : \sqrt[4]{32} = 1 : 1{,}2295$.

Zur Bestimmung der Stärke des Schalholzes berechne man das Gewicht einer Schicht Wölbsteine auf eine Länge = der Entfernung zweier Curven von einander durch ihren kör-

verlichen Inhalt und die eigenthümliche Schwere des Steins, halbire dies Gewicht, und setze die gefundene Zahl für P in die Formel zur Berechnung der respectiven Festigkeit

$$14P = \frac{4Nbh^2}{l}$$

worin l als die Entfernung der Curven bekannt ist, und b willkürlich etwa 6 bis 8 Zoll groß angenommen werden kann, worauf dann h leicht zu entwickeln ist.

Fünftes Kapitel.

Bestimmung der Stärke der Pfahlroste.

Der Druck, welcher auf einen Pfahlrost wirkt, ist bei Brücken jedesmal, wenn er unter einen Mittelpfeiler zu liegen kommt, gleich dem Gewichte dieses letztern und dem der zwei Hälften der Gewölbe auf dessen beiden Seiten, und wenn er unter einen Stirnpfeiler zu liegen kommt, dem Gewichte dieses letztern und dem der Hälfte des Gewölbes, dem dieser als Widerlager dient, und wird daher gefunden, wenn man den körperlichen Inhalt jedes der einzelnen je einerlei Materie enthaltenden Theile der gedachten Stücke berechnet, jede der gefundenen Zahlen mit dem Gewichte der aus derselben Materie bestehenden Einheit des Körpermaaßes multiplicirt, und alle diese Produkte addirt.

Dieser Druck wirkt aber zuvörderst auf den Rostbelag und durch diesen auf die Schwellen. Ist die Entfernung der Schwellen von einander, welche gewöhnlich 3 bis 4 Fuß beträgt, bestimmt, so kann die Stärke des Belags leicht berechnet werden, indem man zuvörderst die ganze Belastung durch die Zahl der Zolle der Länge der Grundfläche des Pfeilers dividirt, und diesen Quotienten wieder bei gleichen Entfernungen der Pfahlreihen durch die Zahl der letztern weniger 1, um den Druck zu erhalten, der über ein Stück Belag von 1 Zoll Breite und einer der Entfernung der Schwellen von Mitte zu Mitte gleichen Länge gleichförmig verbreitet ist. Aus Eytelwein's Statik Theil II. §. 451 weiß man, daß eine in der Mitte eines Balkens aufgehängte Last auf das Zerbrechen desselben eben so wirkt, als wenn das Doppelte derselben über den ganzen Balken gleichförmig verbreitet wäre. Dividirt man daher die gefundene gleichförmig verbreitete Belastung mit 2, so erhält man die Zahl, welche, für P in die Formel

$$14.P = 4.N.\frac{b.h^2}{l}$$

gesetzt, h giebt, nämlich da b nach dem angegebenen Verfahren $= 1$ ist

$$h = \sqrt{\frac{7Pl}{2N}}$$

wofür die Zahl der Zolle, von einer Roſtſchwelle zur andern, geſetzt wird, und h ſich ebenfalls in Zollen ergiebt.

Zur Beſtimmung der Stärke der Schwellen wird ganz ähnlich verfahren. Man dividirt die ganze Belaſtung des Roſtes durch die Zahl der Schwellen, ſo erhält man ziemlich genau den auf jede derſelben wirkenden Druck. Dividirt man dieſen letztern wieder mit der Anzahl der in einer Längenreihe ſtehenden Pfähle weniger 1, ſo ergiebt ſich daraus die gleichförmig über ein Stück Schwelle zwiſchen zwei nächſtſtehenden Pfählen verbreitete Belaſtung, welches, durch 2 dividirt, wieder die Zahl giebt, welche in vorſtehende Formel für P geſetzt werden muß, wenn für b willkürlich 8 bis 12 Zoll, und für l die Zahl der Zolle von der Mittellinie eines Pfahls zum andern genommen werden, um daraus

$$h = \sqrt{\frac{7 P . l}{2 N b}}$$

zu finden.

Dividirt man ferner die ganze Belaſtung des Roſtes mit der Zahl der Pfähle, ſo findet man den auf jeden der letzteren fallenden Theil derſelben. Setzt man dieſen Werth für Q in die Gleichung

$$14 Q = \pi^2 e^2 . \frac{h^4}{a^2}$$

wenn die Pfähle quadratiſche Queerſchnitte haben, und in die

$$14 Q = \frac{15 \pi^2 e^2}{4} . \frac{r^4}{a^2} \text{ *)},$$

wenn ſie kreisförmige Queerſchnitte haben, wo

$\pi = 3{,}141592 \ldots$

e^2 die abſolute Elaſticität,

h die Seite des quadratiſchen Queerſchnitts,

r den Halbmeſſer des kreisförmigen Queerſchnitts,

a die Länge des Pfahls

bezeichnet; ſo läßt ſich, wenn a in Preuß. Zollen gegeben iſt, h oder r ſehr leicht entwickeln.

---

*) Dieſe Formel iſt folgendergeſtalt gefunden. Aus Eytelwein's Statik Theil 2. §. 444 weiß man, daß für eine elaſtiſche Ruthe das Produkt aus der Summe der Momente, welche dieſelbe zu biegen ſtreben, und dem Krümmungshalbmeſſer eine beſtändige Größe iſt, und daß dies Produkt die relative Elaſticität der Ruthe genannt wird. Nennt man den Krümmungshalbmeſſer allgemein ϱ, die Summe der Momente M, und die relative Elaſticität e, ſo wird dies durch die Gleichung

$$\varrho M = e$$

ausgedrückt. Nun ſei zuvörderſt der Queerſchnitt der in einer Wand mit einem Ende waagerecht befeſtigten Ruthe überall ein Rechteck, deſſen Breite b, deſſen Höhe h, und die Länge des Theils zwiſchen der Wand und dem Ende der Ruthe, an welchem die zum Biegen derſelben beſtimmten Ge-

Es iſt hierbei zu bemerken, daß für a nur die Länge des außerhalb des feſten Bodens ſtehenden Theils des Pfahls geſetzt wird; indeſſen muß dieſe Länge größer und allenfalls der ganzen gleich genommen werden, wenn das Erdreich locker iſt und dem Biegen des Pfahls nicht widerſteht. In einem ſolchen Falle ſind, wenn es thunlich, die Pfähle ſo tief als

---

wichte aufgehängt ſind, l; ſo iſt klar, daß für das Gleichgewicht die Summe der Momente der Kräfte, mit welchen die einzelnen Faſern in irgend einem Queerſchnitte, deſſen Abſtand von der Richtung der Kraft x heißen mag, in Bezug auf die Grundlinie b des Queerſchnitts als Achſe $= s$ ſein muß. Nimmt man b als Abſciſſenlinie und errichtet darauf Ordinaten nach den verſchiedenen Punkten des Queerſchnitts, ſo wird, wenn die Abſciſſen u die Ordinaten v genannt werden, jedes Element des Queerſchnitts ſich durch $du\,dv$ ausdrücken laſſen. Bezeichnet man mit s' die Kraft, mit welcher eine Faſer, deren Queerſchnitt $= 1$ im Abſtande $= 1$ von der Achſe der Momente dem Ausdehnen widerſteht, ſo iſt der Widerſtand von $du\,dv$ offenbar $s'.du.dv.v$, und das Moment dieſes Widerſtandes in Bezug auf die Achſe $b = s'\,du.dv.v^2$. Die Summe aller dieſer Momente wird dann

$$s'\iint du\,v^2\,dv$$

alſo erſt du beſtändig geſetzt $= s'\int du\int v^2\,dv = s'\int du.\left(\frac{v^3}{3}+C\right)$. Da aber für $v=0$ $\frac{v^3}{3}+C$ verſchwindet, ſo iſt $C=0$, alſo das vollſtändige Integral $\frac{s'v^3.u}{3}$, weil auch das zweite Mal $C=0$ iſt. Dieſer Ausdruck muß aber für $u=b$ und $v=h$ genommen werden, wo man erhält $\frac{s'h^3b}{3}=s$, wobei in die Augen fällt, daß s und $\frac{s'}{3}$ hier die Größen bedeuten, die bei Eytelwein mit E^2 und e^2 bezeichnet ſind.

Wäre aber der Queerſchnitt der Ruthe ein Kreis, deſſen Halbmeſſer $=r$, der Anfang der Abſciſſen im untern Ende des lothrechten Durchmeſſers, die waagerechte Linie durch dieſen Punkt, in der Ebene des Schnittes aber die Achſe der Momente, ſo iſt $\frac{v^3}{3}+C=0$ für $v=r-\sqrt{(r^2-u^2)}$; alſo $\frac{\left[r-\sqrt{(r^2-u^2)}\right]^3}{3}+C=0$, und $C=-\frac{\left[r-\sqrt{(r^2-u^2)}\right]^3}{3}$, und $\int v^2\,dv$ vollſtändig $\frac{v^3-\left[r-\sqrt{(r^2-u^2)}\right]^3}{3}$. Dies muß aber bis zu $v=r+\sqrt{(r^2-u^2)}$ genommen werden, wo man erhält

$$\frac{\left[r+\sqrt{(r^2-u^2)}\right]^3-\left[r-\sqrt{(r^2-u^2)}\right]^3}{3}=2r^2\sqrt{(r^2-u^2)}+\tfrac{2}{3}\sqrt{(r^2-u^2)}^3$$
$$=\tfrac{2}{3}(4r^2-u^2)\sqrt{(r^2-u^2)}.$$

Daher iſt $s'\iint du\,v^2\,dv = s'\left[\tfrac{4}{3}r^2\int du.\sqrt{(r^2-u^2)}-\tfrac{2}{3}\int u^2.du.\sqrt{(r^2-u^2)}\right]$

Aber nach Paſquich Analyſis Theil 2. §. 39. VIII. iſt

$$\int du\sqrt{(r^2-u^2)}=\tfrac{1}{2}u\sqrt{(r^2-u^2)}+\tfrac{1}{2}r^2.\,arc.\,tang.\frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}}$$

möglich mit Zangen zu umgeben, wo dann für a nur die Länge von den letztern an gesetzt wird.

---

und nach §. 38. Zusatz 5. I.

$$\int u^2 . du \sqrt{(r^2-u^2)} = -\frac{u(r^2-u^2)^{\frac{3}{2}}}{4} + \frac{r^2}{4}\int du \sqrt{(r^2-u^2)}$$

also nach Vorstehendem

$$\int u^2 . du \sqrt{(r^2-u^2)} = -\frac{u(r^2-u^2)^{\frac{3}{2}}}{4} + \frac{r^2}{8} u \sqrt{(r^2-u^2)} + \frac{r^4}{8} arc.\,tg. \frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}}$$

also $\varepsilon' \iint du . v^2 dv = \varepsilon' \left[\frac{4r^2 u}{5} . \sqrt{(r^2-u^2)} + \frac{4r^4}{5} arc.\,tg. \frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}} \right.$

$$\left. + \frac{u(r^2-u^2)^{\frac{3}{2}}}{6} - \frac{r^2 . u\sqrt{(r^2-u^2)}}{12} - \frac{r^4}{12} arc.\,tg. \frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}} \right]$$

$$= \varepsilon' \left[\left(\frac{4r^2 u}{5} + \frac{u(r^2-u^2)}{6} - \frac{r^2 u}{12} \right) \sqrt{(r^2-u^2)} + \frac{5r^4}{4} arc.\,tang. \frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}} \right]$$

$$= \varepsilon' \left[\left(\frac{16r^2 u}{12} + \frac{2r^2 u - 2u^3}{12} - \frac{r^2 u}{12} \right) \sqrt{(r^2-u^2)} + \frac{5r^4}{4} . arc.\,tang. \frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}} \right]$$

$$= \varepsilon' \left[\left(\frac{17r^2 u - 2u^3}{12} \right) \sqrt{(r^2-u^2)} + \frac{5r^4}{4} arc.\,tang. \frac{u}{\sqrt{(r^2-u^2)}} \right]$$

wo keine Constante hinzu kommt, da das Integral mit $u = o$ verschwindet.

Für $u = r$ erhält man

$$\varepsilon' \iint du . v^2 dv = \varepsilon' \left[\frac{5 . r^3}{4} . \sqrt{0} + \frac{5r^4}{4} arc.\,tg. \infty \right] = \frac{\varepsilon' . 5r^4}{4} . \frac{\pi}{2}$$

also für den Halbkreis $\varepsilon = \frac{5 . \pi . \varepsilon' r^4}{8}$ und für den ganzen Kreis $\varepsilon = \frac{5\pi\varepsilon' r^4}{4}$.

Substituirt man diesen letztern Werth für E^2 in der Formel in Eytelwein's Statik 2ter Theil. §. 498. $Q = \frac{\pi^2 E^2}{a^2}$, so erhält man die rückwirkende Festigkeit eines Cylinders

$$Q = \frac{\pi^2}{a^2} . \frac{5 . \pi\varepsilon' r^4}{4} = \frac{5\pi^3 \varepsilon' r^4}{4a^2}$$

oder, da $\frac{\varepsilon'}{5} = e^2$, also $\varepsilon' = 3e^2$

$$Q = \frac{15 . \pi^3 . e^2 r^4}{4a^2}$$

Die rückwirkende Festigkeit eines eben so langen Balkens, dessen Queerschnitt ein um die Kreisfläche des Cylinders beschriebenes Quadrat ist, wäre

$$\frac{\pi^2 e^2 (2r)^4}{a^2} = \frac{16\pi^2 e^2 r^4}{a^2}$$

Diese verhält sich also zu der des Cylinders wie

$$\frac{16 . \pi^2 e^2 r^4}{a^2} : \frac{15\pi^3 e^2 r^4}{4a^2} = 16 : \frac{15\pi}{4} = 64 : 15\pi = 64 : 47{,}1238898 = 1 : 0{,}73631077$$

und dies Verhältniß der rückwirkenden Festigkeiten der zwei hier beschriebenen Balken ist dem der respectiven, welches in Eytelwein's Statik 2ter Theil. §. 464 auf einem andern Wege gefunden worden, gleich.

Das Vorige setzt voraus, daß die Pfähle auf ganz festen Boden zu stehen gekommen seien, also durchaus nicht mehr eindringen können. Findet sich, daß dies nicht der Fall ist, so muß noch nach der Formel in Gilly und Eytelwein Wasserbauk. 3tes Heft §. 200.

$$e = \frac{hP^2}{4(P+Q)(R-P-Q)}$$

worin

P das Gewicht des Rammkloßes,

h dessen Fallhöhe,

Q das Gewicht des einzurammenden Pfahls,

e die Tiefe, in welche er bei einem Schlage in die Erde dringt;

R den Widerstand des Erdreichs, welches dem Eindringen des Pfahls entgegen wirkt, bezeichnet, und worin h und e nur nach einerlei Einheit des Längenmaaßes, und P, Q und R nur nach einerlei Gewichtseinheit angegeben zu werden brauchen, e berechnet werden, indem man die auf einen Pfahl kommende Last $= R - Q$ setzt.

Zweiter Abschnitt.

Hölzerne Brücken.

Erstes Kapitel.

Von der Stärke der Theile des eigentlichen Brückenkörpers.

a. Gewöhnliche Brückenbalken.

Wenn die Weite einer Oeffnung nicht mehr als 20 bis 24 Fuß beträgt, so belegt man sie bei Brücken, über welche gefahren werden soll, mit wenigstens 5 Balken, nach der Schwere des zu erwartenden Fuhrwerks und der größern Breite aber auch mit mehr, so daß die Mittellinien in der Regel ohngefähr 3 Fuß von einander entfernt sind.

Kennt man das Gewicht der Belaghölzer und des in manchen Fällen darauf zu bringenden Pflasters aus den Abmessungen und der eigenthümlichen Schwere dieser Gegenstände, so braucht man nur die Hälfte dieses Gewichts zu dem des schwersten zu erwartenden beladenen Fuhrwerks zu rechnen, die gefundene Summe, dividirt durch die Zahl der Brückenbalken, für P in die Formel für die respective Festigkeit

$$14P = 4N \cdot \frac{bh^2}{l}$$

zu setzen, und daraus, da l bekannt ist und für b eine willkürliche Länge, etwa 10 bis 12 Zoll, gesetzt werden kann, h zu entwickeln.

b. Hänge-

b. Hänge- und Sprengewerke.

Iſt die Weite einer Oeffnung ſo groß, daß gewöhnliche Balken ihr eigenes Gewicht zuſammen mit dem der Fahrbahn und des darüber gehenden Fuhrwerks, ohne weitere Unterſtützung, als die an den Enden, nicht mehr tragen können, ſo wird am häufigſten ein Hängewerk, ſeltener ein Sprengewerk angebracht, da die Bänder eines ſolchen bei Ueberſchwemmungen häufig mit den untern Enden ins Waſſer kommen, obwohl mitunter auch beide zugleich angebracht werden.

Die Berechnung der Stärken der Verbandſtücke ſolcher Brücken iſt ſehr einfach, und beruht auf der bloßen Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte. Iſt nämlich das Gewicht der Brückenbalken, der darauf liegenden Fahrbahn u. ſ. w. ausgemittelt, ſo läßt ſich durch bloße Diviſion mit der Länge des freiliegenden Theils der Balken finden, wie viel auf jede Einheit dieſer Länge von jenem gleichförmig verbreiteten Gewichte kommt. Beſteht jeder Brückenbalken nur aus Einem Stücke, und iſt im freiliegenden Theile nur ein Mal unterſtützt, ſo fällt nach Eytelwein's Statik Theil II. §. 346 auf den mittlern Unterſtützungspunkt $\frac{1}{8}eG$, und auf jeden äußern $\frac{3}{8}eG$, wenn e die Länge des Balkens und G das Gewicht des Brückenkörpers auf eine Einheit des Längenmaaßes bezeichnet, und wenn auf jeder Seite eine Hängeſäule ſteht, auf deren jede von der Belaſtung $\frac{1}{8}eG$ und von dem Gewichte des Fuhrwerks die Hälfte, welcher Druck dann wieder in Seitenkräfte nach den Richtungen der Bänder zerlegt wird, wovon, wenn mehrere auf jeder Seite der Hängeſäule ſind, der ſo vielte Theil als Bänder vorhanden ſind, auf jedes gerechnet werden kann; ſind aber unter der Brücke mehrere Paare Bänder, ſo wird erſt $\frac{1}{8}eG$ + der Laſt des Fuhrwerks durch die Zahl jener Paare dividirt, und der Quotient wieder als der auf jedes Paar Bänder fallende Druck in ſeine Seitenkräfte zerlegt, um den auf jedes Band nach deſſen Länge wirkenden Druck zu erhalten.

Gehen die Brückenbalken wieder ganz durch, ſind aber in zwei Punkten gleich weit von der Mitte unterſtützt, ſo wird, wenn:

$2b$ die ganze Länge des freiliegenden Theils eines Balkens,
c die Abſtände der mittlern Unterſtützungspunkte von den äußern,
P das Gewicht des als in der Mitte der Brücke wirkend anzuſehenden Fuhrwerks,
G das Gewicht des Brückenkörpers auf eine Einheit des Längenmaaßes,
Q' den Druck auf jeden der beiden mittlern Unterſtützungspunkte,
Q den Druck auf jeden der beiden äußerſten

bezeichnen, nach Eytelwein's Statik Theil II. §. 348:

$$Q' = \frac{2(5b^2 - c^2)P + (8b^2 + c^2 - 4bc^2)G}{8c(5b - 2c)}, \text{ und}$$

$$Q = \frac{-6(b-c)^2 P + (24b^2 c - 8b^3 - c^3 + 12b^2 c)G}{8c(5b - 2c)}.$$

Der Druck auf die mittlern Punkte wird wieder bei einem Hängewerke auf jeder Seite halbirt, und diese Hälfte in Seitenkräfte nach den Richtungen der Bänder und Spannriegel zerlegt, um die Pressungen, die jedes dieser Stücke nach der Richtung seiner Länge auszustehen hat, zu erhalten. Bei Sprengwerken wird der gesammte Druck durch die Zahl der Sprengwerke dividirt, und der Quotient wie vorher in seine Seitenkräfte zerlegt.

Gehen die Brückenbalken nicht ganz durch, sondern sind solche alle oder zum Theil auf den Hängerahmen gestoßen, so findet die vorbeschriebene Art der Vertheilung des von der Last des Brückenkörpers herrührenden Druckes nicht Statt, und es muß vielmehr auf jeden einzelnen Unterstützungspunkt das Gewicht des Theils der Fahrbahn gerechnet werden, der zwischen die Mitten der Entfernungen der ihm nächsten zwei Unterstützungspunkte fällt.

Ist auf diese Weise der Druck auf jedes Band und jeden Spannriegel gefunden, so können diese Werthe nach und nach in die Formel für die rückwirkende Festigkeit

$$14\,Q = \frac{\pi^2 e^2 k^2}{a^2}$$

für Q gesetzt und daraus k entwickelt werden, wobei jedoch zu bemerken ist, daß, obgleich 2 einander gleiche und entgegengesetzte Pressungen auf den Spannriegel wirken, doch nur die eine in Rechnung gebracht wird, da die andere blos als ein den Druck aufhaltender fester Punkt angesehen werden muß.

Noch ist zu erwägen, daß die Hängesäulen nicht in der Richtung ihrer Länge zusammengedrückt, sondern aus einander gezogen werden, wo man dann zu untersuchen hat, wie groß ihre absolute Festigkeit und deshalb ihr Queerschnitt wenigstens sein muß. Ist

K das an der Hängesäule ziehende Gewicht,

k das Gewicht in Berliner Pfunden, welches im Stande ist, einen Stab aus einerlei Materie mit der Hängesäule bestehend, von 1 Quadratzoll Preuß. Queerschnitt zu zerreißen,

F der Queerschnitt der Hängesäule in Zollen;

so muß nach Eytelwein's Statik Theil II. §. 437 sein

$$F = \frac{K}{\frac{1}{4}k}$$

Ein Gleiches findet Statt, wenn die Bänder des Hängewerks mit den untern Enden in Schwellen stehen. Die Kraft, welche in diesem Falle eine solche zu zerreißen strebt, wird

Digitized by Google

gefunden, wenn man den auf ein Hängeband in der Richtung von deſſen Länge wirkenden Druck in einen lothrechten und in einen waagerechten zerlegt, und den letztern ſo gefundenen Werth in vorſtehende Gleichung für K ſetzt.

Zu bemerken iſt hierbei, daß die Größe des Queerſchnittes der Hänge-Eiſen eben ſo berechnet werden muß, als der der Hängeſäulen, nur daß für k das Maaß der abſoluten Feſtigkeit des Eiſens geſetzt wird, und $\frac{1}{4}$ in $\frac{1}{2}$ verwandelt werden kann.

c. Hölzerne Bogen.

Da das über hölzerne Bogen in Gauthey's angef. Werke über Brückenbau Theil 2. Buch 3. Kapitel 2. Abſchnitt 2. und den dazu gehörigen Noten Geſagte die ſo wichtige Theorie derſelben ſehr ſchön erläutert, ſo ſoll daraus zunächſt hier ein Auszug folgen:

„Ein Holzverband mag zuſammengeſetzt ſein, auf welche Art er wolle, ſo hat er immer zum Zwecke, gewiſſe Preſſungen vermittelſt eines Syſtems mit einander in Verbindung ſtehender Hebel auf Stützpunkte überzutragen. In einem ſolchen Syſteme kann man zwei verſchiedene Arten von Gleichgewicht unterſcheiden, die hier mit Gleichgewicht wegen der Lage, und Gleichgewicht wegen der Feſtigkeit der Materialien bezeichnet werden ſollen. Das Gleichgewicht wegen der Lage findet Statt, wenn die auf jeden Hebel wirkenden Preſſungen in ſolchen Beziehungen auf deren reſpective Richtungen ſtehen, daß das Syſtem kein Beſtreben hat, ſich in Bewegung zu ſetzen, und iſt Gegenſtand der eigentlichen Statik, welche Wiſſenſchaft die Bedingungen deſſelben finden lehrt. Das Gleichgewicht wegen der Feſtigkeit der Materialien beſteht darin, daß jeder Hebel, der in der Statik als eine unbiegſame Linie angeſehen wird, in phyſikaliſcher Hinſicht die nöthige Stärke habe, um den darauf wirkenden Preſſungen widerſtehen zu können. Die Bedingungen dieſer letztern Art von Gleichgewicht machen den Gegenſtand der Theorie vom Widerſtande feſter Körper aus.“

„Hieraus geht hervor, daß ein Syſtem von Hebeln durch zwei ſehr verſchiedene Mittel in Ruhe erhalten werden könne: 1) durch eine ſolche Anordnung, daß die Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage, ſo wie ſie die Formeln der Statik vorſchreiben, genau erfüllt werden; 2) durch eine ſolche Verbindung der Hebel unter einander und vermittelſt anderer Stücke, wie Zangen oder Strebebänder, daß ſie ihre Lage gegen einander nicht ändern können, ſo lange der Widerſtand des Holzverbandes größer iſt, als die Preſſungen, welche die Geſtalt des Syſtems zu ändern ſtreben. In dieſem letztern Falle iſt es nicht mehr nöthig, den Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage Genüge zu leiſten,

und nur das Gleichgewicht wegen der Festigkeit der Materialien braucht berücksichtigt zu werden."

„Ein hölzerner Bogen, der aus krummen, mit ihren ganzen obern und untern Flächen sich genau berührenden Holzstücken besteht, die durch Zangen und Bolzen zusammengehalten werden, und deren Stöße gewechselt sind, kann sich nicht biegen, ohne daß alle die Stücke, aus denen er besteht, dies an allen Stellen zugleich thäten; die Verbände an den äußern Enden dieser Stücke widerstehen nicht mehr allein dem Biegen jeder Hälfte der Curve; die Kraft, mit der das Holz dieser Wirkung widersteht, ist viel größer als die der erstern, und jede Biegung wird sogar ganz unmöglich, wenn diese letztere Kraft groß genug ist, ohne daß man sich um die mehr oder weniger dauerhafte Ausführung der Verbände an den äußern Enden zu bekümmern brauchte."

„Wäre das Holz durchaus unpreßbar, könnte die Arbeit so vollkommen ausgeführt werden, daß in den Holzverbänden gar keine Zwischenräume blieben und alle Stücke einander überall berührten; so würde sich ein solcher Bogen gar nicht setzen, und wenn die Festigkeit des Holzes der Belastung widerstehen könnte, so würde nirgends eine Biegung Statt finden können. Der Bogen würde sich wie ein einziges auf zwei Stützpunkte gelegtes Stück tragen und gar keinen Seitenschub ausüben. Da jedoch diese Vollkommenheit in der Beschaffenheit der Materialien und in der Ausführung der Arbeiten in der Wirklichkeit durchaus nicht Statt findet, so fängt der Bogen an, sich zu setzen, sobald er aufgestellt und sich selbst überlassen ist. Könnte diese Bewegung frei vor sich gehen, und die Sehne des Bogens sich ohne Widerstand verlängern, bis alles sich zusammengegeben hätte, so würde das Setzen von selbst aufhören und der Bogen dann keinen Seitenschub mehr ausüben; aber da diese Verlängerung der Sehne stets Hindernisse findet, so müssen diese nothwendig einen gewissen Druck erleiden."

„Die einfachste Art, die Größe dieses Druckes auszumitteln, ist, den hölzernen Bogen wie einen steinernen anzusehen, und zu untersuchen, welchen waagerechten Seitenschub er unter dieser Voraussetzung nach seinem Gewichte und dem Verhältnisse seiner Höhe zu seiner Weite ausüben würde. So würde man zwar nicht den wahren Werth des Schubes des Lehrbogens erhalten, aber doch eine Grenze, unter welcher dieser Schub immer bleiben muß, und wonach man die Stärke der Mittel- und Stirnpfeiler bestimmen kann."

„Werden mehrere Holzstücke wie zu einem einzigen mit einander verbunden, so kann dies auf verschiedene Arten geschehen, und jede führt auf eine andere Berechnung des Widerstandes eines so aus mehreren Stücken zusammengesetzten Balkens."

Digitized by Google

„1) Wenn die Stücke blos platt auf einander gelegt sind und sich von einander unabhängig biegen können, so ist der Widerstand des durch ihre Vereinigung gebildeten Stückes nur der Summe der Widerstände der einzelnen Stücke, jedes für sich betrachtet, gleich. Ist b die Breite, h die Höhe jedes der gleich angenommenen Stücke, so wäre für jedes die relative Elasticität $E^2 = e^2 b h^3$ *), also für den aus m Stücken zusammengesetzten Balken

$$E^2 = m e^2 b h^3 \quad (A).$$"

„2) Wenn die einzelnen Stücke durch Zangen oder Bügel wie in einem Bunde zusammengehalten werden, so daß sie sich gemeinschaftlich biegen, und dabei auf einander liegen bleiben müssen, aber doch der Länge nach über einander weg gleiten können, so werden diese Stücke sich nicht mehr um eine Achse biegen, die in ihrer eigenen concaven Seite liegt, sondern um eine gemeinschaftliche Achse in der concaven Seite des zusammengesetzten Balkens befindliche, so daß das Moment des Widerstandes der Fasern jedes Stückes in Bezug auf diese letztere Achse genommen werden muß. Man behält daher die relative Elasticität des ersten Stückes von der concaven Seite an unverändert

$$e^2 b h^3,$$

und erhält die des zweiten Stückes

$$\frac{5 e^2 b h^3}{2},$$

die des $m$ten Stückes

$$\frac{(5m-1) e^2 b h^3}{2}$$ **)

---

*) In der Uebersetzung sind statt der Gauthey'schen Ausdrücke gleich die Eytelwein'schen gesetzt worden.

**) Für diesen Fall ist auf eine ähnliche Weise, wie in der Anmerkung Seite 563 ff., das Element des Queerschnittes des $m$ten Stückes $du\,dv$; der Widerstand desselben aber nicht mehr $e' du . dv . v$, sondern $e' du\,dv(v-(m-1)h)$, da in diesem Abstande von dem Elemente die Ausdehnung $= o$ ist, und das Moment in Bezug auf die Achse in der concaven Seite des untersten Stückes $= e' du . dv . v (v-(m-1)h)$, und das Integral hiervon

$$e' \iint du(v^2 dv - (m-1)h . v\,dv) = e' \int du \int (v^2 dv - (m-1)h\,v\,dv)$$
$$= e' \int du \left(\frac{v^3}{6} - (m-1)h \frac{v^2}{2} + C \right);$$

für $v = (m-1)h$ wird das gefundene Integral $= o$ also

$$\frac{(m-1)^3 h^3}{6} - \frac{(m-1)h(m-1)^2 h^2}{2} + C = o,$$
$$\frac{2(m-1)^3 h^3 - 5(m-1)^3 h^3}{6} + C = o,$$
$$-\frac{(m-1)^3 h^3}{6} + C = o \text{ und } C = \frac{(m-1)^3 h^3}{6},$$

also die relative Elasticität von m Stücken

$$\frac{(3m^2+m)e^2bh^2}{4}\ *)\ (B).$$

„3) Endlich können die Holzstücke mit einander verzahnt und verbolzt sein, und dann sind sie nicht allein gezwungen, sich gemeinschaftlich zu biegen, sondern die Fasern jedes einzelnen, dehnen sich auch bei der Biegung nach Verhältniß ihrer Abstände von der gemeinschaftlichen Achse in der hohlen Seite des zusammengesetzten Balkens aus, da die einzelnen Stücke nicht auf einander fortgleiten können. Ein solcher Balken leistet daher denselben Widerstand, als wenn er aus einem einzigen Stücke bestände, dessen Breite b und dessen Höhe mh, wonach seine relative Elasticität =

$$e^2bm^3h^3 \quad (C)$$

wäre. Die Stärke dieses Balkens wird daher bei weitem größer sein, als in den beiden ersten Fällen. Es ist daher sehr vortheilhaft, solche Stücke auf diese Weise mit einander zu verbinden, obgleich man wohl nicht hoffen darf, einen Verband von solcher Vollkommenheit darzustellen, durch den wirklich die Steifigkeit des Balkens auf den in der Formel (C) angegebenen Werth gebracht würde; allein man wird sich diesem letztern doch merklich nähern und immer mehr Stärke erhalten, als die in den Formeln (A) und (B) angegebenen."

„Werden anstatt gerader Stücke zu Hängebändern krumme zu Holzbogen verbunden, so finden die vorstehenden Grundsätze noch immer Anwendung."

„Der Holzbogen (Taf. 1. Fig. 8.) sei so flach und so dick, daß die Richtung CA des Druckes vom Scheitel nach den Anfängen der Bogen die innere Wölbung gar nicht

---

also das Integral vollständig

$$\frac{v^3}{3}-\frac{(m-1)h.v^2}{2}+\frac{(m-1)^2h^2}{6}$$

Dies muß genommen werden bis $v=mh$; dies giebt

$$\frac{m^3h^3}{3}-\frac{(m-1)h.m^2h^2}{2}+\frac{(m-1)^2h^2}{6}=$$

$$\frac{2m^3h^3-3m^3h^3+3m^2h^3+m^2h^3-3m^2h^3+3mh^3-h^3}{6}=\frac{(3m-1)h^3}{6},$$

also $e^2\int du.\frac{(3m-1)h^2}{6}=\frac{e^2(3m-1)bh^2}{6}=\frac{(3m-1)e^2bh^2}{2}$.

*) Dieser Ausdruck ist offenbar das summatorische Glied der Reihe, von der der vorige Ausdruck das allgemeine ist, also nach Pasquich Analysis 1ster Theil. §. 1431

$$\left(3\int m-\int m^0\right).\frac{e^2bh^2}{2}=\left(\frac{3m^2}{2}+\frac{3m}{2}-m\right)\frac{e^2bh^2}{2}=$$

$$\left(\frac{3m^2+m}{2}\right)\frac{e^2bh^2}{2}=(3m^2+m)\frac{e^2bh^2}{4}.$$

ſchneide oder wenigſtens ſehr nahe darunter weggehe. In dieſem Falle wird der Widerſtand des Bogenſtückes CA ohne merklichen Fehler dem eines geraden Stückes von denſelben Abmeſſungen gleich geſetzt werden können, welches in ſenkrechter Richtung mit einem dem Drucke nach CA gleichen Gewichte beſchwert wäre. Man berechnet dann den Widerſtand des Bogens mit Hülfe der Formel $14\,Q = \frac{\pi^2}{a^2}\,e$, wo für e einer der vorſtehenden drei Werthe (A), (B) oder (C) nach der Beſchaffenheit des gewählten Verbandes, und für a die Entfernung CA geſetzt wird. Auf dieſe Art kann man die Abmeſſungen der Hölzer nach den Kräften einrichten, die darauf wirken ſollen. Dieſer Fall wird am häufigſten vorkommen."

„Wäre aber die Krümmung des Bogens beträchtlich, wie in (Taf. 1. Fig. 9), ſo könnte man nicht mehr jede Hälfte wie ein gerades Stück anſehen, und es müßten andere Mittel angewendet werden, um den Widerſtand des Bogens zu ſchätzen. Man wird bemerken, daß die in der Richtung von C nach A wirkende Kraft die Hälfte des Bogens in einem gewiſſen Punkte D, dem unter allen der innern Wölbung am weiteſten von CA abſtehenden, zu zerbrechen ſtrebt, ſo daß die Lage dieſes Punktes erhalten wird, wenn man vom Mittelpunkte O des Bogens den Halbmeſſer OD rechtwinklicht auf CA zieht. Iſt dieſer Brechungspunkt auf dieſe Art gefunden, ſo kommt es darauf an, unter welchen Bedingungen die in der Richtung CA wirkende Kraft mit der Elaſticität des Bogens in D im Gleichgewichte iſt."

„Wenn das Gewicht, womit ein Holzbogen belaſtet iſt, nicht im Scheitel, ſondern in irgend einem andern Punkte C (Taf. 1. Fig. 10.) angebracht wäre, ſo würden noch dieſelben Schlüſſe gelten. Dies Gewicht, als Mittelkraft, könnte in zwei Seitenkräfte nach CA und CB zerlegt werden, deren jede ſtreben würde, den zugehörigen Theil des Bogens zu zerbrechen, deſſen Widerſtand nach den angegebenen Vorſchriften zu berechnen ſein würde."

„Wäre endlich die Laſt nicht in einem beſtimmten Punkte des Bogens angebracht, ſondern auf irgend eine Art auf ſeine ganze Länge vertheilt, ſo würde dieſer letztere Fall doch noch auf die zwei vorigen gebracht werden können. In der ſo eben erwähnten Figur liege C in einerlei lothrechten Linie mit dem Schwerpunkte der Belaſtung. Hierher wird der Brechungspunkt fallen. Die Theile CA und CB des Holzbogens müſſen wie zwei Hebel angeſehen werden, die ſich gegen einander lehnen. Man ziehe die Linien CA und CB, und nehme an, daß die lothrechten Linien durch die Schwerpunkte der Belaſtungen jedes der beiden Hebel dieſe Linien in m und n ſchneiden. Die auf die ganze Länge jedes Hebels vertheilten Gewichte können reſp. als in m und n angebracht angeſehen werden. Ein

Theil jedes dieſer Gewichte wird von den Punkten A und B getragen werden, und ein anderer Theil derſelben von C, wobei es in die Augen fällt, daß das ganze auf dieſen letztern Punkt fallende Gewicht, wenn die Belaſtung von $CA=\mu$, und die von $CB=\nu$ geſetzt wird, $=\mu.\frac{Am}{CA}+\nu\frac{Bn}{CB}$ iſt. Iſt die Belaſtung des Holzbogens ſymmetriſch auf beide Seiten des Scheitels vertheilt, wie dies bei Brücken ſtets der Fall iſt, ſo hat man $\mu=\nu$, $CA=CB$, $Bn=Am$; der Brechungspunkt liegt im Scheitel, und die darauf fallende Laſt iſt $2\mu.\frac{Am}{CA}$. Kann man die Belaſtung als gleichförmig auf den Bogen, nach ſeiner Länge, verbreitet anſehen, was faſt immer wenig von der Wahrheit abweicht, ſo iſt $Am=\frac{1}{2}CA$, und die Belaſtung des Scheitels wird $=\mu$, d. h. = der halben Belaſtung des ganzen Bogens, wozu jedoch der Theil des von den ſchwerſten über die Brücke gehenden Fuhrwerken verurſachten Druckes, den man übrigens als im Scheitel angebracht anſehen kann *), welcher auf jede Curve fällt, gerechnet werden muß, worauf dann die Stärke des Bogens nach den vorangeführten Grundſätzen berechnet werden kann."

„Iſt jede Hälfte des Bogens ſo angeordnet, daß ſie den Preſſungen nach CA und CB (Taf. 1. Fig. 11.) hinlänglich widerſtehen kann, ſo könnte noch die Frage entſtehen, ob das Stück CA, als ein an ſeinen beiden Enden unterſtützes Hängeband angeſehen, dem rechtwinklicht auf ſeine Länge wirkenden, aus dem darauf fallenden Gewichte entſtehenden, Drucke zu widerſtehen im Stande ſei. Hierauf iſt ſehr leicht zu erwiedern, daß dies als in m angebracht anzuſehende Gewicht nach zwei Richtungen, nämlich nach mA und rechtwinklicht darauf nach cm, zerlegt werden kann. Der Druck nach der erſtern Richtung iſt kein anderer, als der, dem zu widerſtehen man AC fähig gemacht hat. Der Druck nach der andern Richtung wirkt in m auf dieſen Theil des Bogens genau auf dieſelbe Art, als die ganze Laſt auf den ganzen Bogen in C. Sie zerlegt ſich in zwei Kräfte nach cA und cC, welche die Theile cA und cC zu biegen ſtreben. Aber obgleich der Winkel AcC ſtumpfer als der Winkel ACB iſt, und die aus der Zerlegung der Kraft in c entſtehenden Sei-

*) „Der Scheitel einer Curve iſt nicht der Punkt, in welchem ein Fuhrwerk mit der größten Kraft auf das Zerbrechen des Bogens wirkt. Jener Punkt liegt vielmehr um etwa $\frac{1}{7}$ der halben Weite vom Scheitel entfernt. Aber es iſt leicht einzuſehen, daß, da das Gewicht der Fuhrwerke, im Verhältniß zu dem der Brücke ſelbſt, nur unbeträchtlich iſt, die Hinzufügung deſſelben, ſelbſt unter der Annahme, daß es auf den angeführten Punkt wirke, den Schwerpunkt der ganzen Belaſtung nur ſehr wenig vom Scheitel entfernen würde, ſo daß die, aus der Annahme, daß der Schwerpunkt im Scheitel liege, erfolgenden Ergebniſſe zu wenig von der Wahrheit abweichen, als daß der geringe daraus entſtehende Fehler nicht ſtets durch den Ueberſchuß der anzunehmenden Holzſtärken, über die nur für das Gleichgewicht erforderlichen, mehr als hinreichend gedeckt würde."

Digitized by Google

Seitenkräfte größer sind, als die von der in C, so läßt sich, da diese letztere Kraft mehr als noch einmal so groß ist als die erstere, und die Festigkeiten der Stücke cA und CA sich umgekehrt wie die Quadrate ihrer Längen verhalten, leicht einsehen, daß die Pressungen, welche auf die Stücke cA und cC wirken, weit weniger im Stande sind, sie zu zerbrechen, als die auf CA und CB wirkenden Kräfte diese. Im Allgemeinen sieht man, daß die betrachteten Bogenstücke den rechtwinklicht darauf wirkenden, von den von ihnen getragenen Lasten herrührenden Pressungen um so besser widerstehen, je kürzer sie sind."

„Um die hier vorgetragenen Betrachtungen deutlicher zu machen, und ihnen die nöthige Bestimmtheit zu geben, so soll im Folgenden auf dieselben die Rechnung angewandt, und das einfachste und zugleich die ungünstigsten Bedingungen enthaltende Beispiel gewählt werden."

„Es sei (Taf. 1. Fig. 12.) ein System von 3 Hebeln AC, CD, DB, welche auf zwei Stützpunkten A und B ruhen. Die Längen dieser Hebel seien unveränderlich und letztere um ihre Vereinigungs- und Stützpunkte beweglich. Wären die Gewichte, mit denen die Hebel beschwert sind, genau unter einander im Gleichgewichte, so würde das System seine Form nicht ändern; wäre aber die Belastung nicht so vertheilt, wie es für das Gleichgewicht nöthig wäre, so würden die Winkel, welche die Hebel mit einander machen, sich zu verändern streben, und wenn das System in Ruhe bleiben soll, so muß, angenommen, daß die Belastung den äußern Winkel cCD, den die Verlängerung des Hebels AD mit CD macht, zu vergrößern strebt, im Punkte C eine Kraft angebracht werden, welche diesen Winkel zu verkleinern strebt. Diese Kraft ist der Widerstand des Holzverbandes, und um ihren Werth zu erhalten, braucht man nur die Bedingungen des Gleichgewichts zwischen ihr und den auf das System wirkenden Gewichten auszudrücken."

„Da die allgemeinsten Methoden auch fast immer die einfachsten sind, so soll hier die von Lagrange in seiner analytischen Mechanik angegebene angewandt werden. Die Lagen der Hebel seien gegen die Linien AX und AY als Abscissenlinien der x und y angegeben, x' und y' die Coordinaten des Punktes C, x'' und y'' die von D. X' und Y' stellen die respective mit den Abscissenlinien von y und x gleichlaufend wirkenden Seitenkräfte der auf den Punkt C wirkenden Kräfte vor, und X'' und Y'' die der auf den Punkt D wirkenden. Der Winkel cCD heiße e *) und die in C wirkende Elasticität E. Das Moment dieser Kraft sei Ede (unter Moment einer Kraft wird in der analytischen Mechanik das Pro-

*) in Decimaltheilen des Halbmessers = 1.

dukt dieſer Kraft durch das Element ſeiner Geſchwindigkeit in der Richtung der Kraft verſtanden) *), ſo hat man für die Bedingung des Gleichgewichts die Gleichung

$$X'dx' + Y'dy' + Ede + X''dx'' + Y''dy'' = 0$$

in welche für de ſein Werth, durch eine Function von Differenzialen der Coordinaten ausgedrückt, geſetzt werden muß. Man ſetze $AC = f$, $CD = g$, $DB = h$, $AD = i$. Im Dreieck ACD hat man nach einem bekannten trigonometriſchen Satze $cof.\, e = \frac{f^2 + g^2 - i^2}{2fg}$; differenzirt man dieſen Ausdruck, und bedenkt, daß f und g beſtändig, alſo ihre Differenziale $= 0$ ſind, ſo erhält man $de = \frac{idi}{fg\, \sin. e}$ **). Außerdem hat man $i = \sqrt{(x''^2 + y''^2)}$ und $di = \frac{x''dx'' + y''dy''}{i}$, alſo $de = \frac{x''dx'' + y''dy''}{fg\, \sin. e}$."

„Nach den Bedingungen des Syſtems ſind die Längen der Hebel unveränderlich. Setzt man die Entfernung der beiden Stützpunkte $AB = a$, ſo hat man:

$$f = \sqrt{(x'^2 + y'^2)}, \qquad df = \frac{x'dx' + y'dy'}{f},$$

$$g = \sqrt{[(x'' - x')^2 + (y'' - y')^2]}, \qquad dg = \frac{(x'' - x')(dx'' - dx') + (y'' - y')(dy'' - dy')}{g},$$

$$h = \sqrt{[(a - x'')^2 + y''^2]}, \qquad dh = \frac{-(a - x'')dx'' + y''dy''}{h}.$$

Setzt man die Differenziale $= 0$, multiplicirt jede mit einem unbeſtimmten Coefficienten, addirt dieſe Produkte zu der vorigen Gleichung, und ſetzt in dieſe zugleich für de ſeinen oben gefundenen Werth, ſo erhält man

$$X'dx' + Y'dy' + \frac{E}{fg\, \sin. e}(x''dx'' + y''dy'') + X''dx'' + Y''dy'' + \lambda(x'dx' + y'dy') + \mu[(x'' - x')(dx'' - dx') + (y'' - y')(dy'' - dy')] + \nu[(a - x'')dx'' - y''dy''] = 0.$$

Vereinigt man nunmehr die Coefficienten jedes der Differenziale der Coordinaten, und ſetzt jede von dieſen Summen für ſich $= 0$, ſo erhält man

$$X' + \lambda x' - \mu(x'' - x') = 0$$

$$Y' + \lambda y' - \mu(y'' - y') = 0$$

$$X'' + \frac{E}{fg\, \sin. e}x'' + \mu(x'' - x') + \nu(a - x'') = 0$$

$$Y'' + \frac{E}{fg\, \sin. e}y'' + \mu(y'' - y') - \nu y'' = 0."$$

„Um die unbeſtimmten Coefficienten zu eliminiren, addire man die erſte Gleichung zur dritten und die zweite zur vierten; dies giebt

---

*) ſo daß alſo E als an einem Hebelsarme $= 1$ angebracht angeſehen wird.

**) Nämlich $d\, cof.\, e = -de\, \sin. e = \frac{-idi}{fg}$.

$$X'+X''+\frac{E}{fg\,\sin.\,e}x''+\lambda x'+\nu(a-x'')=0$$
$$Y'+Y''+\frac{E}{fg\,\sin.\,e}y''+\lambda y'-\nu y''=0$$

Die Elimination von ν aus dieſen beiden Gleichungen giebt

$$(X'+X'')y''+(Y'+Y'')(a-x'')+\frac{E}{fg\,\sin.\,e}ay''+\lambda[x'y''+(a-x'')y']=0.$$

Eliminirt man μ aus den erſten beiden vorſtehenden Gleichungen, ſo findet man eine zweite ſolche, die nur noch λ enthält, nämlich

$$X'(y''-y')-Y'(x''-x')+\lambda(x'y''-x''y')=0.$$

Eliminirt man ferner λ aus den beiden letztern, ſo erhält man

$$(X'y'-Y'x')[(a-x'')(y''-y')+y''(x''-x')]-[X''y''+Y''(a-x'')]$$
$$(x'y''-x''y')-\frac{E}{fg\,\sin.\,e}ay''(x'y''-x''y')=0.$$

Dieſe Gleichung drückt die Bedingungen des Gleichgewichts aus, und giebt den Werth von

$$E=\frac{fg\,\sin.\,e}{a}\times\frac{-[X''y''+Y''(a-x'')](x'y''-x''y')+(X'y'-Y'x')[(a-x'')(y''-y')+y''(x''-x')]}{(x'y''-x''y')y''},$$

„Wäre die Lage der Hebel ſo, daß die auf das Syſtem wirkenden Kräfte im Gleichgewichte wären, ſo hätte man $E=0$: weshalb die Bedingungen des Gleichgewichts durch die Gleichheit der beiden Glieder des Zählers im vorſtehenden Ausdrucke angegeben werden."

„Man bedenke nun, daß der Fall, wo der Werth von E im Verhältniß zur ganzen Belaſtung der Hebel am größten wird, der iſt, wo der Punkt C gar nichts zu tragen hat, und die Laſt ganz im Punkte D angebracht iſt. Um den Werth von E für dieſe Bedingung zu erhalten, muß man im vorſtehenden Ausdrucke $X'=0$ und $Y'=0$ ſetzen, wo man erhält

$$E=\frac{fg\,\sin.\,e}{a}\times\frac{-X''y''-Y''(a-x'')}{y''}\ *).$$

Macht man den Verband der beiden Hebel AC und CD ſo ſtark, daß er dem durch dieſe Formel ausgedrückten Drucke zu widerſtehen im Stande iſt, ſo muß das Syſtem durchaus in Ruhe bleiben, und dieſe beiden Hebel können angeſehen werden, als wenn ſie nur aus einem Stücke beſtünden."

„Aber dies eine Stück iſt wegen der Belaſtung von D einem Drucke ausgeſetzt, der in der Richtung der Linie DA wirkt, und einen Bruch in C hervorzubringen ſtrebt, weshalb der Verband ſtark genug ſein muß, um dieſem Drucke zu widerſtehen. Will man den Werth dieſer Kraft aufſuchen, ſo kann man den Theil AC als feſt, und den Theil CD wie ein an ſeinem einen Ende C eingemauertes Stück anſehen, auf welches an ſeinem andern

*) Hier wird das erſte Glied im Zähler des zweiten Factors bejahet, wenn X'' verneint wird, während X' bejaht iſt, was bei einem Bogen ſtets der Fall iſt.

Ende eine Kraft nach DA wirkt. Diese letztere Kraft, multiplicirt mit dem zugehörigen Hebelsarme CE, giebt ein Produkt, welches dem Momente der Elasticität des Stückes ACD in C, welches s heißen soll, gleich ist."

„Der Druck nach DA ist aber nichts weiter, als die Summe der nach dieser *) Richtung zerlegten Kräfte X'' und Y'', d. h.

$$\frac{(X''y''+Y''x'')\sqrt{(x''^2+y''^2)}}{x''y''}.$$

Was die Linie CE betrifft, welche aus C senkrecht auf DA gezogen ist, so ist solche nach bekannten Formeln

$$\frac{y'x''-y''x'}{\sqrt{(x''^2+y''^2)}}$$ **)

woraus man findet

$$s=\frac{(X''y''+Y''x'')(y'x''-y''x')}{x''y''}.$$

Dieser Werth ist immer viel größer, als der vorhin für E gefundene. Um dies zu beweisen, ist es hinreichend, die Rechnung nur für einen sehr nachtheiligen Fall auszuführen, wie der, wo die Punkte A, C, D und B in einem Halbkreise lägen. Die drei Hebel AC, CD, DB seien gleich und Sehnen von Bogen von 60°. Nimmt man den Halbmesser $=1$, so hat man

$x'=0{,}50$ $\quad x''=1{,}50$ $\quad f=1{,}00$ $\quad a=2{,}00$

$y'=0{,}87$ $\quad y''=0{,}87$ $\quad g=1{,}00$ $\quad \mathit{fin.}\, e=0{,}87$

$$X''=\frac{1{,}50}{0{,}87}\,Y''=1{,}72\,Y''.$$

Setzt man diese Werthe in obige Formeln, so erhält man

$$E=0{,}50\,Y'',\quad s=2{,}60\,Y''.$$

Daher bleibt es, wie schon früher gesagt, erwiesen, daß die Stärke, welche der Verband erhalten muß, um die Form eines Systems von Hebeln unveränderlich zu machen, viel kleiner ist, als die, welche erforderlich ist, damit die Theile einer Curve den darauf wirkenden Pressungen widerstehen können."

---

*) und respective nach lothrechter und waagerechter.

**) Das Dreieck ACD ist nämlich $=\frac{y'x'}{2}+\frac{(y'+y'')(x''-x')}{2}-\frac{y''x''}{2}$

$=\frac{y'x'+y'x''-y'x'+y''x''-y''x'-y''x''}{2}=\frac{y'x''-y''x'}{2}$, aber

auch $=\frac{CE.\sqrt{(x''^2+y''^2)}}{2}$, also $CE.\sqrt{(x''^2+y''^2)}=y'x''-y''x'$,

Digitized by Google

„Man könnte dieſelbe Methode auch auf eine größere Menge von Bändern anwenden, und würde ein ganz ähnliches Reſultat erhalten.“

„Um die Vorſtellungen auf einen beſtimmten Punkt zu leiten, ſo bedeute ACB (Taf. 1. Fig. 13.) eine Curve der Brücke bei Choiſy. Die halbe Sehne AB iſt $=10{,}25$ Meter, und die Höhe des Bogens + der Höhe der Curve $RC=3{,}54$ M. Was die Belaſtung dieſer Curve betrifft, ſo enthält der Holzverband jedes Bogens 94,88 Cubikmeter, welche, zu 930 Kilogrammen gerechnet, ein Gewicht von 88238 Kilogr. geben. Rechnet man hierzu das Gewicht des Eiſens mit 2040 Kilogrammen, ſo erhält man die ganze Laſt $=90278$ Kilogr. Die Anzahl der Curven iſt 5, und man nehme an, daß jede derſelben den 5ten Theil der ganzen Laſt $=18056$ Kilogr. zu tragen habe. Ferner ſoll mehrerer Einfachheit wegen angenommen werden, daß die Belaſtung jeder Curve auf ihre ganze Länge gleichförmig verbreitet ſei, obgleich in der Wirklichkeit die untern Theile etwas ſtärker belaſtet ſind, als der Scheitel. Was das Gewicht der Fuhrwerke betrifft, ſo ſind die ſchwerſten über dieſe Brücke gehenden Wagen mit 6 Pferden beſpannt, und können, mit Inbegriff der Pferde, nicht über 10000 Kilogr. wiegen. Die Laſt vertheilt ſich auf wenigſtens zwei Curven, weshalb man annehmen muß, daß außer dem Gewichte des Holzwerks ein Gewicht von 5000 Kilogr. im Scheitel der Curve aufgehängt ſei.“

„Nachdem dieſe Angaben mitgetheilt worden, wäre zu bemerken, daß nach dem früher Geſagten es unnöthig ſcheinen könnte, zu unterſuchen, ob die Curve ſtark genug iſt, um jeder Veränderung ihrer Form durch die Ungleichheit der Vertheilung der Laſt zu widerſtehen, da, wenn ſie ſo eingerichtet wird, daß ſie für den darauf wirkenden Druck hinreichende Stärke beſitzt, dies noch mehr für den Mangel an Gleichgewicht Statt finden muß, um deſſen willen die Lage der einzelnen Theile gegen einander ſich zu verſchieben ſtrebt. Um indeſſen die Unterſuchung der Curve zu vervollſtändigen und die darüber angeſtellten Betrachtungen mehr zu erläutern, ſoll mit dieſer Unterſuchung angefangen werden.“

„Da die Curve aus zwei ſymmetriſchen Theilen beſteht, und die Laſt als im Scheitel angebracht angeſehen wird, ſo ſtrebt dieſe Laſt, den letztern zu ſenken und dagegen die Curve an einer tiefer unten liegenden Stelle auf jeder Seite zu heben. Gäbe die Curve dem Drucke nach, ſo würde auf jeder Seite ein Brechungspunkt D und E entſtehen, und es entſtünde ein Syſtem von vier ſo mit einander verbundenen Hebeln, daß ſie ſich um die Punkte D, C und E drehen könnten. Damit die Form dieſes Syſtems keine Veränderung erleide, muß in zweien von dieſen Drehpunkten eine gewiſſe Elaſticität der Kraft entgegen wirken, mit welcher die Laſt die von den Hebeln gebildeten Winkel zu verändern ſtrebt. Um

den Werth des Moments dieſer Elaſticität zu haben, muß die vorher in Betreff von drei Hebeln gegebene Auflöſung auf vier ſolche ausgedehnt werden. Da der Gang der Rechnung derſelbe iſt, ſo ſoll die letztere hier nur kürzlich geführt werden. Man braucht nur die eine Hälfte des Syſtems zu betrachten, da ſie beide ſymmetriſch ſind."

„Die Coordinaten der Punkte D und C ſeien x' und y', und x'' und y''; die in waage- und lothrechten Richtungen in dieſen Punkten angebrachten Kräfte ſeien X' und Y', X'' und Y''; die Winkel dDC und cCE e' und e''; die von der Elaſticität in den Punkten D und C herrührenden Kräfte E' und E''. Die Gleichung für die Bedingung des Gleichgewichts wird ſein:

$$X'dx' + Y'dy' + E'de' + X''dx'' + Y''dy'' + E''de'' = 0.$$

Setzt man $AD = f$, $CD = CE = g$, $AC = h$, $DE = i$, ſo hat man $de' = \frac{hdh}{fg\,\sin.\,e'}$, $de'' = \frac{idi}{g^2\,\sin.\,e''}$; oder weil $h = \sqrt{(x''^2 + y''^2)}$, und $i = 2(x'' - x')$,

$$de' = \frac{x''dx'' + y''dy''}{fg\,\sin.\,e'}, \quad de'' = \frac{4(x'' - x')(dx'' - dx')}{g^2\,\sin.\,e''}.$$

Nach den Bedingungen des Syſtems ſind die Längen der Hebel f und g unveränderlich; man hat

$$df = \frac{x'dx' + y'dy'}{f}$$

$$dg = \frac{(x'' - x')(dx'' - dx') + (y'' - y')(dy'' - dy')}{g};$$

werden dieſe Differenziale $= 0$ geſetzt, jede Gleichung mit einem unbeſtimmten Coefficienten multiplicirt und zur Gleichung für das Gleichgewicht addirt, in dieſe letztere aber für de' und de'' die oben gefundenen Werthe geſetzt, ſo erhält man die allgemeine Gleichung

$$X'dx' + Y'dy' + \frac{E'}{fg\,\sin.\,e'}(x''dx'' + y''dy'') + X''dx'' + Y''dy''$$
$$+ \frac{4E''}{g^2\,\sin.\,e''}(x'' - x')(dx'' - dx') + \lambda(x'dx' + y'dy')$$
$$+ \mu[(x'' - x')(dx'' - dx') + (y'' - y')(dy'' - dy')] = 0.$$

Vereinigt man wieder die Glieder, welche einerlei Differenziale der Coordinaten enthalten, und ſetzt jede der Summen der Coefficienten für ſich $= 0$, ſo hat man die vier Gleichungen

$$X' - \frac{4E''}{g^2\,\sin.\,e''}(x'' - x') + \lambda x' - \mu(x'' - x') = 0$$
$$Y' + \lambda y' - \mu(y'' - y') = 0$$
$$X'' + \frac{E'}{fg\,\sin.\,e'}x'' + \frac{4E''}{g^2\,\sin.\,e''}(x'' - x') + \mu(x'' - x') = 0$$
$$Y + \frac{E'}{fg\,\sin.\,e'}y'' + \mu(y'' - y') = 0.$$

Digitized by Google

Die Elimination der unbeſtimmten Coeffizienten λ und μ iſt leicht, und führt auf

$$(X'+X'')y'-(Y'+Y'')x'-\frac{E'}{fg\,\sin.\,\varepsilon}(x'y''-x''y')=0 \quad (M)$$

$$X''(y''-y')-Y''(x''-x')+\frac{E'}{fg\,\sin.\,\varepsilon}(x'y''-x''y')+\frac{4E''}{g^2\sin.\,\varepsilon}(x''-x')(y''-y')=0 \quad (N).$$

Die beiden Gleichungen (M) und (N) drücken die Bedingungen aus, welche das Syſtem erfüllen muß, um im Gleichgewichte zu ſein, und beſtimmen die Werthe von E' und E''. Giebt man der Curve in den Punkten D und C einen Widerſtand, der größer iſt als die Kräfte E' und E'', ſo muß das Syſtem nothwendig in Ruhe bleiben, da die Bedingungen des Gleichgewichts wegen der Lage dadurch erfüllt ſind, daß die Stärke der Curve das erſetzt, was in dieſer Hinſicht bei Vertheilung der Laſt fehlt. Es bleibt daher nur noch übrig, das Gleichgewicht wegen der Feſtigkeit der Materialien zu betrachten, und zu unterſuchen, ob jeder Theil ſtark genug iſt, um den darauf wirkenden Preſſungen zu widerſtehen."

„Da die Curve wegen ihrer Stärke als ein aus einem einzigen Stücke beſtehender Körper angeſehen werden kann, ſo kann man annehmen, daß die Belaſtung derſelben, anſtatt auf die ganze Länge vertheilt zu ſein, im Punkte C, der mit dem Schwerpunkte der Laſt in einerlei lothrechten Ebene liegt, angebracht ſei. In dieſem Punkte zerlegt ſie ſich in zwei Seitenkräfte nach den Richtungen CA und CB, und man ſieht, daß dieſe Kräfte den Bogen um die Punkte D und E zu drehen und folglich auch in C zu zerbrechen ſtreben. Es ſoll jetzt gezeigt werden, daß die Curve viel ſtärker ſein muß, um dieſen neuen Preſſungen zu widerſtehen, als nöthig wäre, um nur die Veränderung der Form zu verhindern und das Syſtem in Ruhe zu erhalten."

„In der That iſt der in der Richtung CA wirkende Druck nichts anderes, als die Summe der mit jener Richtung gleichlaufenden Seitenkräfte der zerlegten auf C und D wirkenden Kräfte, und wird ausgedrückt durch

$$\frac{\sqrt{(x''^2+y''^2)}}{x''y''}[(X'+X'')y''+(Y'+Y'')x''].$$

„Da der Bogen ſehr flach iſt, ſo kann man den Widerſtand der Hälfte CDA dem eines geraden Stückes von derſelben Breite und Höhe und der Länge CA gleich ſetzen, welches mit einem Gewichte von der durch vorſtehende Formel ausgedrückten Größe beſchwert iſt. Es iſt früher gezeigt worden, daß das kleinſte Gewicht, welches im Stande iſt, ein aufrecht geſtelltes Stück Holz zu biegen: $Q=\frac{\pi^2 s}{l^2}$ iſt, wo s die relative Elaſticität, und l die Länge des Stückes, alſo hier $=\sqrt{(x''^2+y''^2)}$. Setzt man nun in die Gleichung

für Q (der Sicherheit wegen) das Vierzehnfache der obenstehenden Größe und entwickelt daraus s, so erhält man

$$s = \frac{14(x''^2+y''^2)^{\frac{3}{2}}}{\pi^2 \cdot x''y''}[(X'+X'')y''+(Y'+Y'')x''] \text{ *).}$$

„Aus der Gleichung (M) findet man die relative Elasticität, welche der Hebel CA im Punkte D haben muß, um dem Bestreben nach Veränderung der Form widerstehen zu können

$$E' = \frac{fg \sin. \varepsilon'}{x'y''-x''y'}[(X'+X'')y'-(Y'+Y'')x']$$

ein Werth, der bedeutend kleiner als der vorhergehende ist **)."

„Um die Rechnung in Zahlen zu führen, ist zu bemerken, daß bei einem Holzbogen die Lage des Brechungspunktes D nicht, wie in einem Systeme von Hebeln, im Voraus gegeben ist; aber da dieser Punkt durch die Bedingung bestimmt wird, daß in ihm der Bogen zu brechen strebt, so wird es der sein, wo E' den größten Werth hat. Um den gedachten Punkt zu finden, mache man willkürlich $AP = 3$ Meter, und suche die Werthe aller Linien und Winkel, die in den Gleichungen (M) und (N) vorkommen. Diese finden sich

$AP = x' = 3{,}00$ M., $AB = x'' = 10{,}25$ M., $AD = f = 3{,}35$ M.

$DP = y' = 1{,}44$ „, $CR = y'' = 3{,}54$ „, $CD = g = 7{,}55$ „,

Winkel $dDC = \varepsilon' = 10{,}55^{\circ}$, Winkel $aCE = \varepsilon = 35{,}92^{\circ}$.

Was die Werthe der Kräfte betrifft, so fielen von dem Gewichte des Holzverbandes 18056 Kilogramme auf die Curve, also auf jede Hälfte 9028; und da angenommen worden, daß

*) Hier ist von Gauthey nach den weiter vorn gegebenen Ausmittelungen abgewichen.

**) „Wäre das System so eingerichtet, daß die Kräfte X' und Y', X'' und Y'' unabhängig von E' und E'' mit einander im Gleichgewicht stünden, so hätte man $(X'+X'')y' = (Y'+Y'')x'$. Aber die ursprüngliche Einrichtung einer Curve ist immer nur wenig von der für das Gleichgewicht erforderlichen unterschieden, und das Gewicht eines Wagens bringt im Gleichgewichte nur eine kleine Störung hervor. Daher ist der Unterschied zwischen $(X'+X'')y'$, und $(Y'+Y'')x'$ immer nur unbeträchtlich, und folglich der zweite Factor im Ausdrucke für E' viel kleiner, als der zweite Factor im Werthe für s; was die ersten Factoren betrifft, so sieht man leicht ein, daß $\frac{14(x''^2+y''^2)^{\frac{3}{2}}}{\pi^2 x'y''}$ stets viel größer als $fg \sin. \varepsilon'$ ist. Dann bliebe noch der Divisor $x'y''-x''y'$. Dieser könnte E' sehr groß machen, wenn er sehr klein wäre, das heißt, wenn man beinahe hätte $x'y'' = x''y'$, was nur dann Statt finden könnte, wenn $x' = x''$, $y' = y''$, oder wenn D beinahe mit A oder C zusammenfiele. Dies geschieht aber nie, da der Punkt D immer nahe bei der Mitte von AC liegt" †).

†) Gegen Gauthey abgeändert.

daß dieſe Laſt auf die ganze Länge gleichförmig vertheilt ſei, ſo werden ſich die davon auf die Stücke des Bogens AD und DC fallenden Theile wie die dazu gehörigen Stücke AP und PR der Linie AB verhalten. Daher wird die Belaſtung des Hebels $AD = 9028 \cdot \frac{5}{10,25} = 2642$ Kilogr., und die von $CD = 9028 \cdot \frac{7,25}{10,25} = 6384$ Kilogr. ſein. Die eine Hälfte des auf AD fallenden Gewichts wird vom feſten Punkte A getragen, und die andre wirkt auf D. Von dem auf CD fallenden Gewichte drückt die eine Hälfte auf D, die andere auf C, wo ſie ſich mit der vom Fuhrwerke herrührenden Belaſtung von 5000 Kilogrammen vereinigt, und man hat daher

den lothrechten Druck auf $D = \frac{2642}{2} + \frac{6384}{2} = 4514$ Kilogr.,

den auf $C = \frac{6384}{2} + 5000 = 8192$ »

Von dieſen Preſſungen wirken Seitenkräfte in den Richtungen der Hebel auf die Stützpunkte, und dieſe Seitenkräfte, nach waagerechter und ſenkrechter Richtung zerlegt, geben die Werthe von X' und Y', X'' und Y'' in den Gleichungen (M) und (N). Die Seitenkräfte nach lothrechter Richtung Y' und Y'' ſind nichts weiter, als die von D und C getragenen Gewichte ſelbſt, und wenn im Dreiecke APD die Seite PD das vom Punkte D getragene Gewicht bedeutet, ſo wird die Seite AD den in der Richtung des Hebels AD wirkenden Druck vorſtellen, und AP den in waagerechter Richtung. Ein Gleiches findet im Dreiecke CDQ Statt, deſſen Seiten ſich auch wie die mit ihnen gleichlaufenden Kräfte verhalten. Man hat daher

$$X' = 4514 \frac{AP}{PD} = 4514 \cdot \frac{5}{5,44} = 9404 \text{ Kilogr.}, \quad Y' = 4514 \text{ Kilogr.}$$

$$X'' = 8192 \frac{DQ}{CQ} = 8192 \cdot \frac{7,25}{2,10} = 28282 \text{ » } \quad Y'' = 8192 \text{ »}$$

Setzt man dieſe Werthe in den Ausdruck für E', ſo erhält man $E' = 16276$ Kilogr.“

„Nimmt man hierauf $AP = 4$ Meter, ſo giebt eine ganz ähnliche Rechnung $E' = 16838$ Kilogr.“

„Für $AP = 5$ Meter wird $E' = 14829$ Kilogr.“

„Der Werth von E' nimmt von der erſten Annahme bis zur zweiten zu, und von da bis zur dritten wieder ab; woraus folgt, daß der größte Werth von E' zwiſchen die erſte und dritte Annahme fällt und von der zweiten wenig abweicht. Aus der Geſtalt der Gleichung ſieht man übrigens, daß für E' kein größter Werth weiter Statt finde. Man weiß daher, daß eine Kraft von 17000 bis 18000 Kilogrammen hinreichen würde, die Biegung

zu verhindern, die aus der ungleichförmigen Vertheilung der Laſt in den untern Theilen des Bogens zu entſtehen ſtrebt *)."

„Um nun dieſe Kraft mit der zu vergleichen, welche der Bogen haben muß, um dem Drucke nach CA widerſtehen zu können, ſo addire man die Hälfte des Gewichts des Holzverbandes, alſo 9028 Kilogramme zu 5000 Kilogr., die das Gewicht des Fuhrwerkes vorſtellen, und man erhält dann 14028 Kilogr. für das in C wirkende Gewicht; woraus nach CA ein Druck $\frac{14028}{2}\cdot\frac{CA}{CR}=\frac{14028}{2}\cdot\frac{10,85}{5,54}=21498$ Kilogr. entſteht."

„Setzt man in der Gleichung $14\,Q=\frac{\pi^2 s}{l^2}$, $s=21498$ Kilogramme, $l=10,85$ und $\pi=3,1416$, ſo findet man $s=3589929$; weit größer, als den für E' gefundenen Werth **)."

---

*) „Was den Werth von E'' betrifft, ſo wird, wenn die hiervor gefundenen Linien und Kräfte in die Gleichung (N) geſetzt werden, für $AP=3$ M. $E''=8083$ Kilogr. für $AP=4$ M. $E''=7900$ für $AP=5$ M. $E''=9215$ Kilogr. Dieſe Werthe ſind weit geringer, als die von E', was leicht vorauszuſehen war; denn wenn man annimmt, daß das Syſtem von Hebeln um etwas aus der Lage gebracht werde, in der es im Gleichgewichte iſt, ſo wird der Winkel, den die Hebel in D machen, viel ſtärker zu- oder abnehmen, als der in C, und da in einem im Gleichgewichte befindlichen Syſteme von der Art, von der hier die Rede iſt, alle Kräfte ſich wie die kleinen Räume verhalten, die ſie nach ihren Richtungen durchlaufen, wenn das Syſtem eine ſehr kleine Bewegung annimmt, ſo folgt daraus, daß eine in D angebrachte Kraft größer als die in C ſein muß. Man ſieht übrigens, daß der größte Werth von E'' nicht mit dem von E' in übereinſtimmende Punkte fälle, und da die Werthe von E'' eben ſowohl als die von E' abnehmen, ſo wie ſich der Brechungspunkt dem Scheitel oder dem Anfange des Bogens nähert, ſo werden unter dieſen Werthen zwei Größte ſein, wovon jedoch keines das hiervor für E' gefundene einzige Größte überſteigen wird, wovon man ſich leicht überzeugen kann."

**) „Es wird hier zur Ausmittelung der relativen Elaſticität, welche ein Holzbogen haben muß, angenommen, daß die Hälfte AC wie ein lothrecht aufgeſtelltes, mit 21498 Kilogrammen, einem dem Drucke nach CA gleichen Gewichte, belaſtetes Holzſtück angeſehen werden kann. Da der Bogen ziemlich flach iſt, ſo fällt es in die Augen, daß dieſe Annahme wenig von der Wahrheit abweichen kann, und daß hier nicht die zweite der hiervor entwickelten Methoden anzuwenden ſein wird. Indeſſen ſoll die desfallſige Unterſuchung hier angeſtellt werden.

Zieht man vom Mittelpunkte des Kreiſes, nach welchem der Holzbogen beſchrieben, auf AC ſenkrecht SD, ſo ſchneidet die Verlängerung dieſer Linie den Bogen in D, dem am weiteſten von CA entfernten Punkte, wo das Moment der nach CA auf das Zerbrechen des Bogens wirkenden Kraft den größten Werth erhält. Man hat für den vorliegenden Fall $CS=6,8$ Meter. Der Perpendikel AT von A auf die Verlängerung von CD iſt $=0,63$ Meter, wonach die aus der Zerlegung der nach CA wirkenden Kraft nach CD und rechtwinklicht darauf nach der letztern Richtung entſtehende Seitenkraft $=21498\cdot\frac{0,63}{10,85}=1248$ Kilogr. iſt, ſo daß CD als ein in D befeſtigtes waagerechtes Stück angeſehen werden muß, welches am andern Ende mit 1248 Kilogr. beſchwert iſt."

Digitized by Google

*) Will man aus dem gefundenen Werthe von $\varepsilon = 3589929$ die Größe von h finden, so verfahre man so.

Da die 3 Stücke, aus denen der Bogen besteht, nicht verzahnt und verbolzt sind, sondern nur durch Zangen und Bügel zusammengehalten werden, so muß der Ausdruck (B) Seite 572 für $m = 3$, $= \varepsilon$ gesetzt und hieraus h entwickelt werden. Man hat also

$$\varepsilon = \frac{(3m^2 + m)}{4} e^2 b h^3$$

und für $m = 3$, $\varepsilon = 7{,}5\, e^2 b h^3$.

Da aber e^2 aus Eytelwein's Statik $= 197969$ nur ohne weitere Vorbereitung gebraucht werden kann, wenn die Maaße in Preuß. Zollen und die Gewichte in Berliner Pfunden gegeben, bei ε aber Meter und Kilogramme gebraucht sind, so muß ε erst abgeändert werden. Es war aber $\varepsilon = \frac{14 Q l^3}{\pi^2}$ gefunden, wo Q Kilogramme und l Meter bedeutete. Setzt man der Kürze wegen wieder 1 Kilogramm $= m$ Berliner Pfund, und 1 Meter $= n$ Preuß. Fuß, so wird ε für diese Arten von Einheiten passen, wenn man den gefundenen Werth mit $12^2 . n^2 . m$ multiplicirt. Dies giebt

$$\varepsilon . 12^2 . n^2 . m = 7{,}5 . e^2 b . h^3 .$$

Da nun aber auch b und h in Metern angegeben werden, so muß auch die rechte Seite mit $12^4 n^4$ multiplicirt werden, und dies giebt, wenn man aufhebt,

$$\varepsilon . m = 7{,}5 . e^2 b . h^3 . 12^2 n^2 ,$$

wo nunmehr b und h Meter bedeuten. Da $b = 0{,}24$ Meter, so erhält man

$$\varepsilon . m = 7{,}5 . e^2 . 0{,}24 . h^3 . 12^2 . n^2 ,$$

---

†) „Das Moment dieser Kraft muß aber, der Sicherheit wegen, wie vorher dem 14ten Theile der relativen Elasticität gleich sein, was, da solches in der Entfernung $CS = 6{,}8$ vom Brechungspunkte wirkt, $\varepsilon = 14 . 1248 . 6{,}8 = 118810$ Kilogramme giebt. Dies ist weniger, als bei der Annahme gefunden worden, daß AC ein gerades lothrecht gestellt belastetes Stück sei; und es ist daher keinem Zweifel unterworfen, daß der erste nach dieser letztern Annahme gefundene Werth von ε beibehalten werden müsse. Im Allgemeinen wird man wohl thun, den Werth von ε auf beide Arten zu berechnen, um gewiß zu sein, daß der größte von beiden angenommen werde."

*) Von hier bis zu Ende abweichend von Gauthey.

†) Von hier an abweichend von Gauthey.

$$\text{also } h = \sqrt[3]{\frac{s \cdot m}{7{,}5 \cdot e^2 \cdot 0{,}24 \cdot 12^2 \cdot n^2}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{3589929 \cdot 2{,}134508258}{7{,}5 \cdot 197969 \cdot 0{,}24 \cdot 12^2 \cdot 3{,}186199497^2}}$$

$$= 0{,}245012 \text{ Meter.}$$

Jedes der 3 Stücke, aus denen eine Curve besteht, ist 0,25 Meter hoch, hat also die geringste Höhe erhalten, die noch mit Sicherheit angewendet werden konnte.

Zweites Kapitel.

Stärke der Stirnpfeiler und Landjoche.

So lange eine hölzerne Brücke keinen Seitenschub ausübt, was nur dann nicht Statt findet, wenn sie entweder mit gewöhnlichen Balken oder einem Hängewerke erbaut ist, in welchem die Bänder mit den untern Enden in einer Schwelle stehen, so lange würde jeder Stirnpfeiler und jedes Landjoch von der Brücke blos einen lothrechten nach dem im Anfange des vorigen Kapitels Gesagten leicht auszumittelnden Druck erleiden, und in Bezug auf die Brücke ein Stirnpfeiler nur so stark aufgeführt zu werden brauchen, daß ihn die darauf fallende Last nicht zerdrücken kann, und ein Landjoch nur so starke Pfähle erhalten und diese so fest eingerammt werden müssen, daß sie von der Last weder zerbrochen noch tiefer eingedrückt werden können, worüber früher das Nöthige angeführt worden ist. Allein dann sind die Stirnpfeiler zugleich als Futtermauern und die Landjoche als Bollwerke zu betrachten, und ihre Stärke muß nach dem darauf wirkenden Drucke des dahinter liegenden Erdreichs bestimmt werden, wo sie dann allemal auch in Bezug auf die Brücke stark genug sein werden.

Der Druck des Erdreichs gegen eine Futtermauer oder ein Bollwerk wird aber nach Gilly und Eytelwein Wasserbaukunst 3tes Heft §. 162 gefunden:

$$V = \tfrac{1}{2} e h^2 \left(\frac{h + nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2+1)(a^2 - mbh)]} + \sqrt{[nh(nh + mh - b)]}} \right)^2$$

oder $V = \frac{1}{2} e h^2 N^2$, wenn der eingeklammerte letzte Factor $= N$ gesetzt wird, und das Moment dieses Druckes

$$M = \tfrac{1}{3} h V = \tfrac{1}{6} e h^3 N^2,$$

wo

e das Gewicht eines Cubikfußes Erde,

h die Höhe des auf der äußern Seite freien Theils der Mauer,

Digitized by Google

n den Reibungscoefficienten für Erde auf Erde,

m den für Erde auf Mauerwerk,

b die Grundlinie der innern Böschung der Mauer (welche für auf der Erdseite lothrechte Mauern $=0$ wird),

a eine Linie $=\sqrt{b^2+h^2}$.

bezeichnet, und bei M der Umdrehungspunkt in der äußern Seite der Grundfläche liegt.

Hat man dies Moment für einen besondern Fall gefunden, so setze man das Moment des Widerstandes der Mauer für denselben Umdrehungspunkt dem erstern gleich, wobei in dem Ausdrucke für das Moment der Mauer die untere Breite desselben unbekannt ist, und aus der wie gedacht gebildeten Gleichung entwickelt wird.

Außerdem aber ist auch noch auszumitteln, wie stark die Mauer werden müsse, um nicht auf ihrer Grundfläche weggeschoben werden zu können. Dazu ist nichts weiter nöthig, als den Druck V dem Gewichte der Mauer, multiplicirt mit dem Reibungscoefficienten für Mauer auf Mauer, gleich zu setzen, in welcher Gleichung wieder die untere Breite der Mauer unbekannt ist und leicht entwickelt werden kann.

In den mitgetheilten Ausdrücken für V und M kommt die Länge des drückenden Erdkörpers darum nicht vor, weil solche, der bequemern Rechnung wegen, der Einheit des Längenmaaßes gleich ist, und man muß daher das Gewicht des widerstehenden Mauerstücks ebenfalls für die Länge $=1$ berechnen.

Bei einem Landjoche muß der gefundene Werth von V noch mit der Zahl multiplicirt werden, welche angiebt, wie viel Preuß. Fuße die Pfähle von Mitte zu Mitte von einander entfernt sind, um zu finden, wie groß V für jeden Pfahl ist, wobei der Werth dieser Größe jedoch in Berliner Pfunden angegeben werden muß. Will man hieraus M finden, so muß $\frac{1}{3}h$ in Preuß. Zollen angegeben werden, wenn gleich man zur Bestimmung von V Fuße gebraucht hat, und dann wird bei quadratischen Pfählen

$$M=e^2s^4$$

gesetzt, wo s die Pfahlstärke in Zollen bedeutet, bei runden Pfählen aber

$$M=\tfrac{15}{4}\pi e^2r^4,$$

wo r den Halbmesser des Queerschnitts des Pfahls in Zollen bezeichnet, und aus einer von diesen Gleichungen s oder r entwickelt.

Findet aber ein Seitenschub von der Brücke aus Statt, so kann man Landjoche nur in einzelnen unbedeutenden Fällen gebrauchen, und es müssen in der Regel Stirnpfeiler aufgeführt werden. Dann berechne man wieder den Schub der Brücke nach dem früher

Gesagten, suche daraus sein Moment in Bezug auf die der Brücke entgegengesetzte Seite der Grundfläche des Pfeilers als Achse, und setze dies dem Momente des Widerstandes des Pfeilers in Bezug auf dieselbe Achse gleich. Im Ausdrucke für das letztere Moment kommt die Stärke des Pfeilers als unbekannte Größe vor, und kann leicht entwickelt werden.

Außerdem muß aber auch noch die Stärke des Pfeilers für die Voraussetzung gesucht werden, daß der Schub der Brücke den über dem Angriffspunkte liegenden Theil auf der Lagerfuge wegschiebe. Dazu muß der Schub der Brücke dem Gewichte dieses obern Theils des Pfeilers, multiplicirt mit dem Reibungscoefficienten für Mauer auf Mauer, in welchem Produkte die Pfeilerstärke wieder als unbekannte Größe vorkommt, gleich gesetzt, und aus dieser Gleichung der Werth der gedachten unbekannten Größe entwickelt werden.

Drittes Kapitel.

Stärke der Mittelpfeiler und Mitteljoche.

Bei Mittelpfeilern braucht nur dann auf Schub gerechnet zu werden, wenn die Oeffnungen zu beiden Seiten nicht gleich sind, und also der Schub von der einen Seite stärker als von der andern ist, in welchem Falle der Unterschied zwischen diesen Pressungen gesucht, und dafür die Stärke des Mittelpfeilers wie bei einem Stirnpfeiler berechnet wird. Bei Jochen wird nie auf Schub zu rechnen sein, da es eine zu schlechte Anordnung wäre, auf ein Joch in waagerechten einander entgegengesetzten Richtungen ungleiche Kräfte wirken zu lassen.

In Bezug auf die zu unterstützende Last werden die Mittelpfeiler allemal stark genug sein, da sie des Eisganges wegen doch schon stärker werden müssen, als die Last erfordern würde.

Mitteljoche werden in Betreff der darauf fallenden Last eben so behandelt, wie Landjoche, in deren Hinsicht im vorigen Kapitel das Nöthige angegeben ist.

Digitized by Google

Inhalt des Anhanges.

Erſte Abtheilung. Beſtimmung der Größe der Durchflußöffnung . . . . Seite 519

Zweite Abtheilung. Beſtimmung der Breite der Brücke . . . . . — 525

Dritte Abtheilung. Beſtimmung der Abmeſſungen der einzelnen Theile der Brücken . — 526

Erſter Abſchnitt. Steinerne Brücken. . . . . — 526

Erſtes Kapitel. Von der Stärke der Bogen . . . . . — 526

Zweites Kapitel. Beſtimmung der Stärke der Stirnpfeiler . . . . . — 541

Drittes Kapitel. Beſtimmung der Stärke der Mittelpfeiler . . . . . — 544

Viertes Kapitel. Beſtimmung der Stärke des Holzverbandes in den Lehrbogen . . — 545

Fünftes Kapitel. Beſtimmung der Stärke der Pfahlroſte . . . . . — 562

Zweiter Abſchnitt. Hölzerne Brücken . . . . . — 566

Erſtes Kapitel. Von der Stärke der Theile des eigentlichen Brückenkörpers . . — 566

a. Gewöhnliche Brückenbalken . . . . . — 566

b. Hänge- und Sprengewerke . . . . . — 567

c. Hölzerne Bogen . . . . . — 569

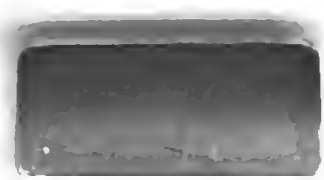
Zweites Kapitel. Stärke der Stirnpfeiler und Landjoche . . . . . — 586

Drittes Kapitel. Stärke der Mittelpfeiler und Mitteljoche . . . . . — 588

Halle,
gedruckt in der Gebauerschen Buchdruckerei.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google